



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y
Geográfica
Unidad de Posgrado

**Calidad del agua de suministro y salud humana en la
microcuenca del río Carrizal. Factibilidad de un
prototipo de potabilización**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias
Ambientales

AUTOR

Leonel Rolando LUCAS VIDAL

ASESORES

Dr. Oscar Rafael TINOCO GÓMEZ (Asesor)

Dra. Angela Lorena CARREÑO MENDOZA (Co-asesor)

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Lucas, L. (2019). *Calidad del agua de suministro y salud humana en la microcuenca del río Carrizal. Factibilidad de un prototipo de potabilización*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica / Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA

UNIDAD DE POSGRADO



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos-Lima, a los once días del mes de febrero del 2019, siendo las 11:00 horas, se reúnen los suscritos miembros del JURADO EXAMINADOR DE TESIS, nombrado mediante Dictamen N.º 101/UPG-FIGMMG/2019 del 04 de febrero del 2019, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

TÍTULO

«CALIDAD DEL AGUA DE SUMINISTRO Y SALUD HUMANA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CARRIZAL. FACTIBILIDAD DE UN PROTOTIPO DE POTABILIZACIÓN»

Que, presenta el Mag. **LEONEL ROLANDO LUCAS VIDAL**, para optar el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES**.

El secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente N.º 07562-FIGMMG-2014 del 21 de octubre del 2014, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento de los Estudios de Doctorado».

Luego de la Sustentación de la Tesis, los miembros del Jurado Examinador procedieron a aplicar la escala descrita en el Art. 61 del precitado Reglamento, correspondiéndole a la graduando la siguiente calificación:

Aprobada (14)

Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES** al Mag. **LEONEL ROLANDO LUCAS VIDAL**.

Siendo las 12:00 horas, se dio por concluido al acto académico

DR. FRANCISCO ALEJANDRO ALCÁNTARA BOZA
Presidente

DR. CARLOS AUGUSTO ANTONIO CARBONEL HUAMÁN
Secretario

DR. MAURO GILBER MARINO ASTOCONDOR
Miembro

DR. JUAN JULIO ORDÓÑEZ GALVEZ
Miembro

DR. OSCAR RAFAEL TINOCO GÓMEZ
Asesor

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, nuestra guía y formadora académica.

A la Facultad de ingeniería geológica, minera, metalúrgica y geográfica, por el apoyo brindado en la planificación y ejecución de esta investigación.

Al Dr. Carlos Cabrera Carranza, director de postgrado, por los aportes realizados y por compartir sus conocimientos siempre con total disponibilidad.

A mi Asesor, Dr. Oscar Rafael Tinoco Gómez, y a mi Co-Asesora Dra. Angela Lorena Carreño Mendoza, por sus valiosas orientaciones que contribuyeron a culminar con éxito esta investigación.

DEDICATORIA

A mi esposa y mi hijo, porque ellos son el motor de mi vida, su apoyo incondicional hizo que logre unas de mis metas.

A mi familia, especialmente mis padres y hermanos, por ser unos buenos compañeros que siempre me están motivando para hacer las cosas bien y cada día ser mejor.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----------|
| ACEPTACIÓN DE LA TESIS | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| ÍNDICE GENERAL..... | v |
| LISTA DE CUADROS | viii |
| LISTA DE FIGURAS | xii |
| LISTA DE FOTOS..... | xiv |
| RESUMEN | xv |
| ABSTRACT | xvi |
| CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. Situación Problemática | 1 |
| 1.2. Formulación del problema | 3 |
| 1.2.1. Problema general..... | 3 |
| 1.2.2. Problemas Específicos..... | 3 |
| 1.3. Justificación teórica | 4 |
| 1.4. Justificación práctica..... | 6 |
| 1.5. Objetivos..... | 8 |
| 1.5.1. Objetivo general | 8 |
| 1.5.2. Objetivos específicos | 8 |
| 1.6. Hipótesis..... | 9 |
| 1.6.1. Hipótesis general | 9 |
| 1.6.2. Hipótesis específicas | 9 |
| CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO..... | 10 |
| 2.1. Marco Filosófico o epistemológico de la investigación | 10 |
| 2.2. Antecedentes de investigación | 17 |
| 2.2.1. Calidad de vida y agua potable | 17 |
| 2.2.2. Cuenca del Río Carrizal | 18 |
| 2.2.3. Calidad del agua de la cuenca del Río Carrizal..... | 21 |
| 2.2.4. Filtración en múltiples etapas..... | 23 |
| 2.3. Bases Teóricas | 24 |
| 2.3.1. Abastecimiento de agua potable | 24 |

| | | |
|--|--|------------|
| 2.3.2. | Nivel de pobreza según las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) | 25 |
| 2.3.3. | Normativa vigente | 26 |
| 2.3.4. | Cálculo del ICA NSF | 30 |
| CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA | | 34 |
| 3.1. | Tipo y Diseño de Investigación | 34 |
| 3.2. | Unidad de análisis..... | 37 |
| 3.4 | Población de estudio..... | 40 |
| 3.5 | Tamaño de muestra..... | 41 |
| 3.6 | Selección de muestra | 42 |
| 3.7 | Técnicas de recolección de Datos | 43 |
| 3.7.1 | Observación directa | 43 |
| 3.7.2 | Toma de muestras de agua..... | 43 |
| 3.7.3 | Análisis de registros | 43 |
| 3.7.4 | ICA | 44 |
| 3.8 | Análisis e interpretación de la información..... | 44 |
| CAPITULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | | 51 |
| 4.1 | Análisis, interpretación y discusión de resultados..... | 51 |
| 4.1.1 | Ponderación de la salud humana, con base en enfermedades asociadas a la calidad del agua de consumo | 51 |
| 4.1.2 | Calidad de agua en las comunidades | 53 |
| 4.1.3 | Características socioeconómicas de los usuarios – beneficiarios del capital natural agua de consumo humano | 59 |
| 4.1.4 | Nivel de pobreza en las comunidades en estudio | 73 |
| 4.3 | Prueba de hipótesis | 131 |
| CAPITULO 5: IMPACTOS..... | | 135 |
| 5.1 | Propuesta de sistema de tratamiento | 135 |
| 5.1.1 | Filtración a través de arena y grava (Figura N° 26) | 138 |
| 5.1.2 | Intercambio iónico con zeolitas | 139 |
| 5.1.3 | Desinfección con cloro activo..... | 144 |
| 5.2 | Costos de implementación de la propuesta..... | 147 |
| 5.3 | Beneficios que aporta la propuesta..... | 148 |
| CONCLUSIONES | | 150 |
| RECOMENDACIONES..... | | 152 |

| | |
|---|------------|
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 153 |
| ANEXOS..... | 153 |

LISTA DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro N° 1. Niveles del servicio de agua potable | 11 |
| Cuadro N° 2. Principales bacterias transmitidas por el agua | 13 |
| Cuadro N° 3. Calidad de agua | 14 |
| Cuadro N° 4 Características Físicas de las cuencas de aportación | 20 |
| Cuadro N° 5. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico | 26 |
| Cuadro N° 6. Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas | 28 |
| Cuadro N° 7. Requisitos Microbiológicos del Agua potable | 29 |
| Cuadro N° 8. Requisitos físicos para el agua purificada envasada y agua purificada mineralizada envasada..... | 29 |
| Cuadro N° 9. Requisitos microbiológicos para el agua purificada envasada y el agua purificada mineralizada envasada..... | 30 |
| Cuadro N° 10. Parámetros del ICA y sus funciones..... | 30 |
| Cuadro N° 11. Índice Wi para el cálculo de ICA..... | 33 |
| Cuadro N° 12. Fases y actividades para la ejecución de la investigación | 35 |
| Cuadro N° 13. Etapas, descripción, métodos, técnicas y herramientas utilizadas en el estudio..... | 36 |
| Cuadro N° 14. Coordenadas de referencia | 37 |
| Cuadro N° 15. Variables climáticas cuantificadas en la estación meteorológica de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador | 39 |
| Cuadro N° 16. Caudal del río Carrizal en los diferentes meses del año... | 40 |
| Cuadro N° 17. Habitantes de las comunidades..... | 41 |
| Cuadro N° 18. Casas muestreadas de cada comunidad | 42 |
| Cuadro N° 19. Ponderación de la variable “salud humana” | 51 |
| Cuadro N° 20. Índice de Calidad del agua (NSF) de la albarrada de las comunidades en estudio | 54 |
| Cuadro N° 21. Resultados de muestras de agua en los hogares..... | 56 |

| | |
|--|----|
| Cuadro N° 22. Resultados de muestras de agua obtenida en grifos de las casas muestrales | 57 |
| Cuadro N° 23. Total de habitantes en las comunidades en estudio | 63 |
| Cuadro N° 24. Nivel de pobreza según las NBI | 74 |
| Cuadro N° 25. Valores promedios de las variables físicas: temperatura (TEM), turbidez (TUR), solidos totales (SOT) y dureza total (DUR) en cada una de las fuentes de agua muestreadas en la localidad de Severino..... | 76 |
| Cuadro N° 26. Resumen del análisis de varianza para las variables físicas, temperatura (TEM), turbidez (TUR), solidos totales (SOT) y dureza total (DUR) en cada una de las fuentes de agua muestreadas en la localidad de Severino..... | 77 |
| Cuadro N° 27. Valores promedios de las variables físicas, temperatura (TEM), turbidez (TUR), solidos totales (SOT) y dureza total (DUR) en cada una de las fuentes de agua muestreadas en la localidad de Julián | 79 |
| Cuadro N° 28. Resumen del análisis de varianza para las variables físicas, temperatura (TEM), turbidez (TUR), solidos totales (SOT) y dureza total (DUR) en cada una de las fuentes de agua muestreadas en la localidad de Julián | 74 |
| Cuadro N° 29. Valores promedios de las variables físicas, temperatura (TEM), turbidez (TUR), solidos totales (SOT) y dureza total (DUR) en cada una de las fuentes de agua muestreadas en la localidad de Balsa en Medio | 83 |
| Cuadro N° 30. Resumen del análisis de varianza para las variables físicas, temperatura (TEM), turbidez (TUR), solidos totales (SOT) y dureza total (DUR) en cada una de las fuentes de agua muestreadas en la localidad de Balsa en Medio | 84 |
| Cuadro N° 31. Valores promedios de las variables químicas, demanda biológica (BDO ₅), nitritos (NO ₃), fosfatos (PO ₄), alcalinidad (ALC), potencial de hidrogeno pH, conductividad eléctrica (CE) y cloruros (CLO) en la localidad de Severino..... | 92 |
| Cuadro N° 32. Resumen del análisis de varianza para las variables químicas, demanda biológica (BDO ₅), nitritos (NO ₃), fosfatos (PO ₄), | |

| | |
|---|-----|
| alcalinidad (ALC), potencial de hidrogeno (pH), conductividad eléctrica (CE) y cloruros (CLO) en la localidad de Severino..... | 93 |
| Cuadro N° 33. Valores promedios de las variables químicas, demanda biológica (BDO ₅), nitritos (NO ₃), fosfatos (PO ₄), alcalinidad (ALC), potencial de hidrogeno pH, conductividad eléctrica (CE) y cloruros (CLO) en la localidad de Julián..... | 98 |
| Cuadro N°34. Resumen del análisis de varianza para las variables químicas, demanda biológica (BDO ₅), nitritos (NO ₃), fosfatos (PO ₄), alcalinidad (ALC), potencial de hidrogeno (pH), conductividad eléctrica (CE) y cloruro (CLO) en la localidad de Julián..... | 99 |
| Cuadro N° 35. Valores promedios de las variables químicas: demanda biológica (BDO ₅), nitritos (NO ₃), fosfatos (PO ₄), alcalinidad (ALC), potencial de hidrogeno pH, conductividad eléctrica (CE) y cloruros (CLO) en la localidad de Balsa en Medio..... | 101 |
| Cuadro N° 36. Resumen del análisis de varianza para las variables químicas, demanda biológica (BDO ₅), nitritos (NO ₃), fosfatos (PO ₄), alcalinidad (ALC), pH, conductividad eléctrica (CE) y cloruros (CLO) en la localidad de Balsa en Medio..... | 102 |
| Cuadro N° 37. Valores promedios de las variables metales, hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), plomo (Pb), cobalto (Co), cromo (Cr) en la localidad de Severino..... | 112 |
| Cuadro N° 38. Resumen del análisis de varianza para las variables metales, hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), plomo (Pb), cobalto (Co), cromo (Cr) en la localidad de Severino..... | 113 |
| Cuadro N° 39. Valores promedios de las variables metales, hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), plomo (Pb), cobalto (Co), cromo (Cr) en la localidad de Julián..... | 117 |
| Cuadro N° 40. Resumen del análisis de varianza para las variables metales, hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), plomo (Pb), cobalto (Co), cromo (Cr) en la localidad de Julián..... | 118 |
| Cuadro N° 41. Valores promedios de las variables metales, hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), plomo (Pb), cobalto (Co), cromo (Cr) en la localidad de Balsa en Medio | 121 |

| | |
|--|-----|
| Cuadro N° 42. Resumen del análisis de varianza para las variables metales, hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), plomo (Pb), cobalto (Co), cromo (Cr) en la localidad de Balsa en Medio | 122 |
| Cuadro N° 43. Población de las comunidades afectada por enfermedades de calidad de agua..... | 130 |
| Cuadro N° 44. Cumplimiento de los límites permisibles de la normativa vigente | 131 |
| Cuadro N°45. Crecimiento de población para el tiempo de funcionamiento del sistema de tratamiento | 136 |
| Cuadro N°46. Eficiencias de remoción por filtración de parámetros indicadores de la contaminación del agua albarrada en Balsa en Medio | 138 |
| Cuadro N°47. Velocidad de filtración de las zeolitas | 140 |
| Cuadro N° 48. Análisis de la remoción de los principales metales pesados en las muestras de agua analizadas | 141 |
| Cuadro N° 49. Concentraciones de los principales metales pesados | 142 |
| Cuadro N° 50. Resultados del proceso de desinfección con hipoclorito de sodio | 145 |
| Cuadro N° 51. Precios de la implementación del sistema de tratamiento | 146 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura N° 1. Ubicación de las comunidades en estudio | 38 |
| Figura N° 2. Ponderación de la variable “salud humana” | 52 |
| Figura N° 3. Índice de Calidad del agua (NSF) de la albarrada de las comunidades en estudio | 54 |
| Figura N° 4. Sexo del encuestado..... | 60 |
| Figura N° 5. Nivel de estudio | 61 |
| Figura N° 6. Fuente de ingresos económicos | 62 |
| Figura N° 7. Ingresos familiares..... | 63 |
| Figura N° 8. Habitantes por vivienda..... | 64 |
| Figura N° 9. Rango de edad de los miembros de la familia | 65 |
| Figura N° 10. Usos del suelo en las comunidades..... | 66 |
| Figura N° 11. Usa el agua de la microcuenca | 67 |
| Figura N° 12. Costo de medicamentos por enfermedad | 68 |
| Figura N° 13. Interés en la calidad del agua | 69 |
| Figura N° 14. ¿Le da tratamiento al agua para consumo humano? | 70 |
| Figura N° 15. Disponibilidad para pagar por el servicio de agua..... | 71 |
| Figura N° 16. Servicios básicos con los que disponen..... | 72 |
| Figura N° 17. Nivel de pobreza según las Necesidades Básicas Insatisfechas..... | 73 |
| Figura N° 18. Promedio de los contrastes (C1, C2, C3 y C4) para la variable Turbidez en cada una de las fuentes muestreadas en las localidades de Severino (A), Julián (B) y Balsa en Medio (C) | 88 |
| Figura N° 19. Promedio de los contrastes (C1, C2, C3 y C4) para la variable DBO5 en cada una de las fuentes muestreadas en las localidades de Severino (A), Julián (B) y Balsa en Medio (C) | 106 |
| Figura N° 20. Promedio de los contrastes (C1, C2, C3 y C4) para la variable fosfatos en cada una de las fuentes muestreadas en las localidades de Severino (A), Julián (B) y Balsa en Medio (C) | 108 |

| | |
|---|-----|
| Figura N° 21. Promedio de los contrastes (C1, C2, C3 y C4) para la variable cloruros en cada una de las fuentes muestreadas en las localidades de Severino (A), Julián (B) y Balsa en Medio (C) | 110 |
| Figura N° 22. Promedio de los contrastes (C1, C2, C3 y C4) para la variable plomo en cada una de las fuentes muestreadas en las localidades de Severino (A), Julián (B) y Balsa en Medio (C) | 127 |
| Figura N° 23. Promedio de los contrastes (C1, C2, C3 y C4) para la variable cromo en cada una de las fuentes muestreadas en las localidades de Severino (A), Julián (B) y Balsa en Medio (C) | 129 |
| Figura N° 24. Esquema del sistema de tratamiento propuesto | 136 |
| Figura N° 25. Tanque Rotoplast para el filtro diseñado y la zeolita | 137 |
| Figura N° 26. Dimensiones del filtro con arena y grava | 138 |
| Figura N° 27. Dimensiones del filtro de zeolitas... .. | 140 |
| Figura N° 28. Tanque de cloración..... | 144 |
| Figura N° 29. Tanques Rotoplast para el proceso de desinfección | 145 |

LISTA DE FOTOS

Foto N° 1. Toma de muestra en agua albarrada; **Error! Marcador no definido.**

Foto N° 2. Toma de muestra en depósito de agua de un hogar..... **Error! Marcador no definido.**

Foto N° 3. Toma de muestra y análisis in situ en depósito de agua de un hogar..... **Error! Marcador no definido.**

Foto N° 4. Análisis de agua in situ tomada en un hogar; **Error! Marcador no definido.**

Foto N° 5. Filtrado de medios filtrantes **Error! Marcador no definido.**

Foto N° 6. Prueba piloto..... **Error! Marcador no definido.**

Foto N° 7. Muestreo al finalizar el filtrado ... **Error! Marcador no definido.**

RESUMEN

El trabajo tiene por objeto establecer la relación entre la calidad del agua de suministro y la salud humana en las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal y proponer un proceso de tratamiento adaptado a las características de sus fuentes de abasto. La investigación utilizó un enfoque cuantitativo-explicativo. Se partió de un diagnóstico situacional de la calidad del agua y de la presencia de enfermedades asociadas a ésta. Posteriormente, se evaluaron sistemas de potabilización en base al uso de microorganismos eficientes y filtros de zeolitas, a fin de proponer alternativas para mejorar la calidad de agua. Se determinó que en la zona predomina el consumo de agua directamente del río. Para el 2016 se detectaron 302 casos de enfermedades asociadas al contacto e ingesta de agua contaminada. Las aguas de Balsa en Medio y Julián están clasificadas como “aguas poco contaminadas”, mientras que las aguas de Severino se clasifican como “aguas contaminadas”. Las variables turbidez, DBO5, fosfatos, cloruros, plomo y cromo exceden los límites permisibles para el consumo humano. Cuando se utilizan microorganismos autóctonos en la dosis de 15 ml/L y cuando se emplea la zeolita ecuatoriana como material filtrante se observó un mejoramiento significativo de la calidad del agua. El proceso de filtración con arenas+gravas, zeolitas y cloración ajustó los niveles de las variables fisicoquímicas y los tenores de metales pesados a los límites permisibles en la normativa ecuatoriana. El sistema de tratamiento propuesto es de fácil operación y mantenimiento, sus costos son aceptables y los insumos requeridos están disponibles en el Ecuador.

PALABRAS CLAVE: calidad de agua de suministro, zeolita, filtración en múltiples etapas

ABSTRACT

The purpose of the work is to establish the relationship between water supply quality and human health in the Balsa en Medio, Julián and Severino communities of the Carrizal river microbasin and to propose a treatment process that is adapted to the characteristics of water sources supply. The research used a quantitative-explanatory approach based on a situational diagnosis of water quality and the presence of diseases associated with it. Subsequently, potabilization systems were evaluated based on the use of efficient microorganisms and zeolite filters, in order to propose alternatives to improve water quality. It was determined that the consumption of water directly from the river predominates in the area. For 2016, 302 cases of diseases associated with contact and ingestion of contaminated water were detected. The waters of Balsa in Medio and Julián are classified as "little polluted waters", while the waters of Severino are classified as "contaminated waters". The variables turbidity, BOD5, phosphates, chlorides, lead and chromium exceed the permissible limits for human consumption. When autochthonous microorganisms are used in the dose of 15 ml/L and when the Ecuadorian zeolite is used as filtering material, a significant improvement in water quality was observed. The filtration process with sands + gravels, zeolites and chlorination adjusted the levels of physicochemical variables and the levels of heavy metals to the permissible limits in the Ecuadorian regulations. The proposed treatment system is easy to operate and maintain, its costs are acceptable and the required supplies are available in Ecuador.

KEYWORDS: Supply water quality, zeolite, multi-stage filtration

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Situación Problemática

Aproximadamente el 18% de la población mundial aún no tiene acceso a un abastecimiento de agua de consumo humano a al menos a un kilómetro de distancia de sus viviendas, y el 53% aun no tienen acceso a un nivel intermedio del servicio -con higiene básica personal y de los alimentos asegurada; se debe asegurar también la lavandería y el baño- (OMS, 2003).

La falta de agua segura, de saneamiento y de higiene es uno de los más urgentes problemas relacionados con la salud (ONU, 2014), pues la mayoría de las enfermedades más comunes como la diarrea, infección intestinal por helmintos y esquistosomiasis provienen de este aspecto, que reduce drásticamente el bienestar económico y social de las comunidades (González, 2015), siendo que actualmente, aguas insalubres contaminadas por fuentes naturales o humanas causa una disminución en la calidad del agua y por ende la vida de los seres vivos (Morais *et al.*, 2016).

Las aguas superficiales pueden estar afectadas por actividades antropogénicas como, por ejemplo, descarga de aguas residuales, descarga de desechos sólidos, regadío, lavado de ropa, lavado de

automóviles y otros automotores, aseo personal, recreación, pesca deportiva y comercial, extracción de materiales pétreos, residuos de actividades mineras o industriales, presencia de animales y, demanda de agua (Barrio *et al.*, 2009).

Ecuador dispone de aproximadamente 22500 m³/hab-año de agua dulce (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013-2018), valor superior a la media global -1600 m³/año/hab-, el “umbral de presión hídrica” -1700 m³/año/hab- por debajo del cual aparecen sequías, y el “umbral de penuria” -1000 m³/hab-año- por debajo del cual surgen problemas de abastecimiento a la agricultura e industria (Elías, 2012).

A pesar de esto, la región costa de Ecuador, presenta dificultades para la obtención de agua que cumplan con los criterios de calidad, cantidad, continuidad, cobertura, y costos razonables (Barahona & Tapia, 2010). Muchas comunidades dependen de extracciones insostenibles de los acuíferos para satisfacer las demandas del recurso hídrico para la agricultura y los usos domésticos, lo cual constituye una amenaza para la seguridad de este recurso en muchas regiones (Wada *et al.*, 2010).

Existen numerosos asentamientos poblacionales a lo largo del Carrizal, razón por la cual recepta efluentes sin tratamiento de aguas servidas, además de que grandes cantidades de basura, adicionalmente los lixiviados, derivados del uso de pesticidas y de la falta de un adecuado manejo de los botaderos de basura (Barahona & Tapia, 2010).

Durante el año 2015 e incluso años anteriores, los habitantes de las comunidades Severino, Julián y Balsa en Medio de la zona alta de la sub-cuenca del río Carrizal reportan la incidencia de un número significativo de enfermedades gastrointestinales, dermatológicas (piel lacerada), respiratorias, causadas por ingestión, contacto (baño y aseo en general) y por inhalación y aspiración (aerosoles) de diversos agentes patógenos.

Por tanto, en la selección de un sistema de abastecimiento adecuado deben considerarse, el tipo de fuente de abasto, los costos de inversión, operación y mantenimiento, los cuales deben ir acorde con las características socioeconómicas de los usuarios -beneficiarios- del capital natural agua, (Barrios, et al., 2009), ser de fácil operación y no necesitar mano de obra especializada. Adicionalmente informarse a la comunidad acerca del servicio implementado, asegurando su participación de las tareas de mantenimiento mínimas requeridas por el proceso (Lampoglia, et al., 2008).

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo se ha relacionado la calidad del agua de suministro con la salud humana en las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cómo se encuentra la salud humana, con base en enfermedades asociadas a la calidad del agua de consumo en la población de las comunidades bajo estudio de la microcuenca del río Carrizal?
- ¿Cuáles son las condiciones de la calidad de agua de suministro de las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal?

- ¿Qué sistema de potabilización del agua de suministro puede aplicarse en las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal que se adapte a las características del líquido vital?
- ¿Es factible la aplicación del sistema de potabilización del agua propuesto en las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal?

1.3. Justificación teórica

Las fuentes de abasto de agua para el consumo humano pueden ser superficiales (ríos, arroyos, lagos, humedales, estuarios, etc.); pluviales (aguas de lluvia) y; subterráneas (manantiales, pozos, nacientes). Para elegir alguna existen restricciones relacionadas con la calidad del líquido, las normas en las diferentes localidades, la disponibilidad de la misma y las necesidades de la población a abastecer (Barrios, et al., 2009).

Según la ONU (2014) la décima parte de enfermedades bacterianas y virales ocasionadas por agentes infecciosos transportados al ser humano mediante el consumo de agua podría prevenirse realizando procesos adecuados de abastecimiento de agua, saneamiento, higiene y gestión de los recursos hídricos.

Actualmente existen diferencias regionales en relación con la disponibilidad del agua en términos absolutos y con limitaciones en dicha disponibilidad impuestas por una infraestructura inadecuada (PNUMA, 2012), por lo cual se vuelve crucial e importante tener un modelo de gestión del agua de consumo humano que englobe la administración pública; la elaboración y

cumplimiento de políticas, normativas; la visión global y nacional como posición de estado frente al cambio climático; las tecnologías e infraestructura y la participación ciudadana local; asegurando que el agua sea óptima y de calidad tanto para la salud como para las otras necesidades humanas en todas las cuencas hidrográficas.

Este trabajo propone la filtración del agua con la tecnología FiME utilizando como material filtrante arena, grava y zeolitas con cloración al final como método de desinfección.

La tecnología FiME (Filtración en Múltiples Etapas) ofrece una opción para casos donde los usuarios no pueden conectarse a una planta de tratamiento, siendo de funcionamiento simple, mantenimiento sencillo, costos de operación y mantenimiento relativamente bajos (en función de los filtros utilizados) y con resultados de calidad de agua relativamente altos (Prada, et al., 2009); puede estar conformada por dos o tres procesos de filtración, dependiendo del grado de contaminación de las fuentes de agua (OPS, 2005).

Las zeolitas son un grupo de minerales con características porosas (Morag, 2002) que pues poseen una capacidad de intercambio catiónico alta así como propiedades de tamiz molecular (Wang & Peng, 2010), tienen diversas aplicaciones y han sido reportadas sus aplicaciones para remoción de metales pesados (Morag, 2002; Mishué *et al.*, 2012; Francisca & Carro, 2014; Cuchimaque *et al.*, 2013), salinidad (Vera *et al.*, 2015), dureza (Gutiérrez *et al.*, 2006), siendo regularmente utilizadas como material filtrante.

La cloración es el método más utilizado pues es de fácil aplicación, manejo sencillo y bajo costo, con dosis correctas no produce riesgos para el hombre y su efecto residual protege al agua en las redes de distribución (Chulluncuy, 2011).

1.4. Justificación práctica

El agua para consumo humano debe cumplir los estándares de calidad establecidos por las normas vigentes de cada país o territorio: En las “Guías para la Calidad del Agua de Consumo Humano” (2008) de la Organización Mundial de Salud (OMS), se establecen las sugerencias para valores límites de los contaminantes que pudieran estar presentes en el agua de consumo humano.

La Constitución de la república del Ecuador (2008), en el artículo 66, establece *“el derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios”*

Adicionalmente, el Anexo 1 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente del Ecuador (TULSMA) (2015): Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua en las tablas 1 especifica los Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico. Asimismo, las normas NTE INEN 2200 Segunda revisión (2017) y NTE INEN 1108 Quinta revisión (2014) establecen requisitos físicos, químicos y microbiológicos para el agua purificada envasada / agua purificada mineralizada envasada y agua potable, respectivamente, a los que debe acercarse el agua distribuida a la población, para poder ser considerada como potable.

El río Carrizal nace en las montañas del Cantón Bolívar asociado a las coordenadas 1°55'0" S y 79°31'0" W (552 km²), según Andrade y Bravo (2013), operando a manera de estabilizador natural para los humedales La Sabana y La Segua (Calero, 2015). Se ofrece como fuente de abasto de agua para consumo humano, con una previa cloración en algunos pocos

casos, para las comunidades Severino, Julián y Balsa en Medio de la zona alta de la sub-cuenca del mismo, en las que habitan un total de 503 personas (Andrade & Bravo, 2013).

Los estudios geológicos de Morante (2004) determinaron que las mayores concentraciones de zeolitas aptas para trabajos de purificación de aguas (previos ensayos de absorción y económicos) se encuentran al techo de la Formación Cayo, la cual tiene una distribución extensa en Manabí con los mejores afloramientos en la cordillera de Chongón-Colonche y en las colinas de Jipijapa.

Según Olivas, Flores, Di Giovanni, Corral, & Osuna (2013) la cloración del agua no elimina parásitos y para su aplicación se deben realizar estudios sobre su viabilidad y efectividad como causantes de enfermedades gastrointestinales, cumpliendo los límites permisibles vigentes (Acuerdo Ministerial N° 061. Registro Oficial Edición Especial N° 316., 2015; OMS, 2008; NTE INEN 1108, 2014) pues se debe conocer la cantidad cloro que permita desinfectar el agua, a la vez que garantice un residual libre disponible para evitar posible contaminación en las redes de distribución, sin exceder los límites permitidos por la ley (Mayorga & Mayorga, 2016)

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Establecer la relación entre la calidad del agua de suministro y la salud humana en las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal.

1.5.2. Objetivos específicos

- Categorizar las condiciones de salud de los habitantes de las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal, con base en enfermedades asociadas a la calidad del agua de consumo.
- Evaluar las condiciones de la calidad de agua de suministro en las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal.
- Realizar un sistema de potabilización para el agua de suministro en base al uso de microorganismos eficientes y filtros de zeolitas en las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal.
- Efectuar un estudio de factibilidad del proceso de tratamiento que se adapte a las características de las fuentes de abasto en las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

El prototipo de potabilización propuesto (FiME de arena y grava con la adición de un proceso de zeolita y desinfección con cloro) contribuirá a mejorar la calidad de agua de suministro y calidad de vida de las comunidades Severino, Julián y Balsa en Medio.

1.6.2. Hipótesis específicas

- La mayor parte de la población de las comunidades bajo estudio de la microcuenca del río Carrizal han presentado enfermedades asociadas a la calidad del agua de consumo.
- El agua de suministro de las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal posee una calidad deficiente, sin cumplir la mayoría de los límites permisibles vigentes.
- El sistema de potabilización del agua de suministro aplicable mejora la calidad de agua de suministro en las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal
- El sistema de potabilización propuesto se adapta a las condiciones económicas, sociales y técnicas de los habitantes de las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal.

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Filosófico o epistemológico de la investigación

Durante la investigación se establecieron los medios para determinar la validez de la información, empleando el método científico; con lo cual se generó el conocimiento del estadio evolutivo que, hasta el presente, han tenido los aspectos de la ciencia aquí tratados. En fin, fue posible explotar la relación entre el sujeto que conoce (el investigador) y los objetos a conocer, las variables del estudio, en cuanto a sus nexos e interrelaciones (Méndez, 2012).

Epistemológicamente, se plantea el estudio de la relación entre dos objetos: la calidad del agua de consumo y la salud de la población que la consume, cumpliendo su rol de ciencia, produciendo conclusiones sobre los resultados obtenidos en el proceso investigativo, y ocupándose de todos los elementos que procuran la adquisición de conocimientos sobre los objetos e investigando los fundamentos, límites, métodos y validez del rechazo o aceptación de la hipótesis que relaciona a dichos objetos.

Se ha estudiado el conocimiento científico; se han analizado los conceptos de las variables bajo estudio y sus relaciones; se ha construido, a partir de los datos o resultados, los términos teóricos de las mismas; quedando

establecida la relación entre la rama de la filosofía que trata de los problemas filosóficos que rodean las teorías del conocimiento de los objetos investigados (epistemología) y las proposiciones hipotéticas acerca de presuntas relaciones entre los fenómenos manifestados en los mismos.

En Latinoamérica, el promedio de consumo de agua por habitante al día es de 169 dm³ por día, según la OMS. El ecuatoriano promedio consume 237 dm³/hab/día (Sorgato, 2015). Es decir, en Ecuador existe en la actualidad suficiente agua potable, sin embargo, esta no es distribuida equitativamente, sobre todo al considerar zonas urbanas y rurales, así como su calidad también manifiesta diferencias entre la suministrada en el campo y la correspondiente a las ciudades. La OMS (2003) estima que diversos niveles del servicio de abastecimiento de agua potable (Ver Cuadro N° 1), si el abastecimiento es intermitente, la operación de los sistemas de saneamiento podría verse afectada y generar mayores riesgos de salud.

Cuadro N° 1. Niveles del servicio de agua potable

| Nivel del servicio | Medición del acceso | Necesidades atendidas | Nivel del efecto en la salud |
|---|--|---|------------------------------|
| Sin acceso (cantidad recolectada generalmente menor de 5dm ³ /r/d) | Más de 1.000 m ó 30 minutos de tiempo total de recolección | Consumo – no se puede garantizar Higiene – no es posible (a no ser que se practique en la fuente) | Muy alto |
| Acceso básico (cantidad promedio no puede superar 20dm ³ /r/d) | Entre 100 y 1.000 m ó de 5 a 20 minutos de tiempo total de recolección | Consumo – se debe asegurar Higiene – el lavado de manos y la higiene básica de la alimentación es posible; es difícil garantizar la lavandería y el baño a no ser que se practique en la fuente | Alto |
| Acceso intermedio (cantidad promedio de aproximadamente 50dm ³ /r/d) | Agua abastecida a través de un grifo público (o dentro de 100 m ó 5 minutos del tiempo total de recolección) | Consumo – asegurado Higiene – la higiene básica personal y de los alimentos está asegurada; se debe asegurar también la lavandería y el baño | Bajo |
| Acceso óptimo (cantidad promedia de 100dm ³ /r/d y más) | Agua abastecida de manera continua a través de varios grifos | Consumo – se atienden todas las necesidades Higiene – se deben atender todas las necesidades | Muy bajo |

Fuente. OMS (2013)

Mundialmente, aproximadamente el 80% de las enfermedades infecciosas y parasitarias gastrointestinales y una tercera parte de las defunciones causadas por éstas se deben al uso y consumo de agua insalubre (Díaz, 2003). Desde hace varios años, el agua potable contaminada con materia fecal ha afectado a ciudades enteras (Morais, et al., 2016), pues estas han provocado epidemias ocasionales de enfermedades bacterianas y virales ocasionadas por agentes infecciosos como el cólera, poliomielitis y otras enfermedades (Cohn *et al.*, 2002).

Los principales gérmenes responsables de la transmisión de enfermedades desde el agua (Barrios *et al.*, 2009; OMS, 2008) son los descritos a continuación.

- Por la vía gastrointestinal (ingestión): *Campylobacter ssp.*, *E coli*, *Salmonella ssp.*, *Shigella ssp.*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia spp.*, *Adenovirus*, *Astrovirus*, *Enterovirus*, *Hepatitis virus*, *Protozoarios*, *Helmintos*, *Entamoeba histolytica* y, *Giardia intestinalis*, entre otros.
- Por contacto (baño vía piel lacerada, membranas y mucosas): *Acanthamoeba spp.*, *Aeromonas spp.*, *Leptospira spp.*, *Pseudomona aeruginosa* y, *Schistosoma mansoni*, entre otros.

En países en vías de desarrollo las enfermedades más frecuentes son las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA), pues en estos, los desechos humanos se evacúan en letrinas abiertas, canales y corrientes de agua, o se esparcen en las tierras de labranza (Díaz, 2003), cuyos síntomas se detallan en el Cuadro N° 2. Se estima que aproximadamente 502.000 muertes por EDA al año son causadas por la deficiente calidad del agua (Prüss et al., 2014).

A principios de los años noventa, por ejemplo, las aguas residuales sin tratar que se utilizaban para fertilizar campos de hortalizas ocasionaron brotes de cólera en Chile y Perú. La epidemia del cólera -que se abatió sobre Perú en 1991 y se extendió a casi toda Latinoamérica- es un

recordatorio de la velocidad con que se propagan las enfermedades transmitidas por el agua (Díaz, 2003).

Cuadro N° 2. Principales bacterias transmitidas por el agua.

| Bacterias | Fuente | Periodo de incubación | Duración | Síntomas clínicos |
|--|--------------|----------------------------|------------------------------|--|
| <i>Salmonella typhi</i> | Heces, orina | 7 - 28 días (14) | 5 - 7 días (semanas – meses) | Fiebre, tos, nausea, dolor de cabeza, vómito, diarrea |
| <i>Salmonella sp</i> | Heces | 8 - 48 horas | 3 - 5 días | Diarrea acuosa con sangre |
| <i>Shigellae sp.</i> | Heces | 1 - 7 días | 4 - 7 días | Disentería (diarrea con sangre), fiebres altas, síntomas tóxicos, retortijones, pujos intensos e incluso convulsiones. |
| <i>V. cholerae</i> | Heces | 9 - 72 horas | 3 - 4 días | Diarrea acuosa, vómito, deshidratación |
| <i>V. cholerae No.-01</i> | Heces | 1 - 5 días | 3 - 4 días | Diarrea acuosa |
| <i>E. coli enterohemorrágica O157:H7</i> | Heces | 3 - 9 días | 1 - 9 días | Diarrea acuosa con sangre y moco, dolor abdominal agudo, vómitos, no hay fiebre |
| <i>E. coli Enteroinasiva</i> | Heces | 8 - 24 horas | 1 - 2 semanas | Diarrea, fiebre, cefalea, mialgias, dolor abdominal, a veces las heces son mucosas y con sangre |
| <i>E. coli enterotoxígena</i> | Heces | 5 - 48 horas | 3 - 19 días | Dolores abdominales, diarrea acuosa, fiebre con escalofríos, nausea, mialgia |
| <i>Yersinia enterocolitica</i> | Heces, orina | 1- 11 días (24 - 48 horas) | 1 - 21 días (9) | Dolor abdominal, diarrea con moco, sangre, fiebre, vómito |
| <i>Campylobacter jejuni</i> | Heces | 2 - 5 días (42 - 72 horas) | 7 - 10 días | Diarrea, dolores abdominales, fiebre y algunas veces heces fecales con sangre, dolor de cabeza |
| <i>Plesiomonas shigelloides</i> | Heces | 20 - 24 horas | 1 - 2 días | Fiebre, escalofríos, dolor abdominal, nausea, diarrea o vómito |
| <i>Aeromonas sp.</i> | Heces | Desconocido | 1 - 7 días | Diarrea, dolor abdominal, náuseas, dolor de cabeza y colitis, las heces son acuosas y no son sanguinolentas |

Fuente: Díaz (2003)

La diarrea provoca el 4% del total de muertes y el 5% de la pérdida de salud hasta llegar a la discapacidad en todo el mundo. La diarrea está comúnmente causada por infecciones gastrointestinales, que matan a alrededor de 2,2 millones de personas en el mundo cada año, la mayoría

niños menores de cinco años en países vías en desarrollo. El 88% de esa cifra es atribuible a un abastecimiento de agua insalubre y a un saneamiento y una higiene deficientes (OMS, 2015).

Los parámetros físicos, químicos y biológicos como indicadores de calidad del agua ofrecen múltiples ventajas (EPA-US, 2013), las cuales incluyen simplicidad metodológica y una alta confiabilidad (Baque, et al., 2016). En un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, se creó y diseñó un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como: Índice De Calidad Del Agua (ICA). (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2005)

El Índice de Calidad del Agua (ICA) indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura. Así, agua altamente contaminada tendrá un $ICA \approx 0\%$, en tanto que el agua en excelentes condiciones el valor del $ICA \approx 100\%$ (Ver Cuadro N° 3). (Chang, 2010)

| <i>Cuadro N° 3. Calidad de agua</i> | |
|-------------------------------------|--------------|
| Calidad de Agua | Valor |
| Excelente | 91 a 100 |
| Buena | 71 a 90 |
| Media | 51 a 70 |
| Mala | 26 a 50 |
| Muy mala | 0 a 25 |

Fuente: Coello, Ormaza, Déley, Recalde, & Rios (2013)

El Indica de Calidad de agua de Oregon (OWQI), es un número simple que expresa la calidad de agua por la integración de 6 variables: porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, DBO_5 , Ph, sólidos totales, amonio más Nitratos, fosfatos y temperatura y coliformes fecales (Coello *et al.*, 2013).

Como alternativa a la contaminación del agua surgieron los procesos de purificación, más conocidos como de potabilización, cuyo objetivo principal es remover, lo más eficientemente posible, los materiales considerados como dañinos a la salud humana (Arboleda, 2000). En el aspecto legal, la potabilidad del agua se determina en función de fijar una serie de compuestos y sustancias de referencia y cumplir una cantidad establecida, considerada como aceptable (Casero, 2007).

La potabilización del agua proveniente de una fuente en particular debe fundamentarse en estudios de calidad y pruebas de tratabilidad a nivel de laboratorio para asegurar su efectividad (NOM 127, 2011). Para potabilizar el agua, se suelen utilizar plantas de tratamiento y una amplia variedad de tecnologías que incluyen desde desbaste o filtración gruesa, filtros de arena y desinfección, hasta procesos químicos y mecánicos de gran complejidad (Casero, 2007).

La selección de estos estará determinada por las condiciones iniciales del recurso, las características del agua a entregar, de acuerdo con la calidad reglamentada por la ley, y los deseos de proveer a los usuarios un agua buena, al menos costo posible y satisfactoria para los consumidores (Rojas, 2008)

Las zeolitas son un gran conjunto de minerales, que comprenden silicatos aluminicos hidratados de metales alcalinos y alcalinotérreos (Clarke, 1980), son ampliamente usadas en catálisis de la industria química, ablandamiento y purificación de aguas, intercambiador iónico, alimentación de ganado, extracción de metales pesados, de lodos y aguas residuales municipales, fertilizantes, filtración de amonio, adsorbentes para aceites y derrames, separación de gases, entre otros (Bustillos & Suin, 2014).

En Ecuador hasta mediados de los años 90 no se tenía conocimiento de la existencia de yacimientos potenciales de zeolitas y menos aún de sus propiedades y aplicaciones en la industria, siendo que comenzó su aplicación en 2001 (Morante, 2004).

Los estudios geológicos, de muestreo y caracterización, determinaron que las rocas poseen alteración zeolítica en distintas proporciones, y que las mayores concentraciones de zeolitas se encuentran al techo de la Formación Cayo (Morante, 2004).

La formación Cayo, una extensa área de más de 1000 km² y altos contenidos de zeolita. (Bustillos & Suin, 2014). Tiene una distribución extensa en Manabí con los mejores afloramientos en la cordillera de Chongón-Colonche y en las colinas de Jipijapa (Morante, 2004). Presenta una gran cantidad y variedad de minerales zolíticos, tales como: modernita, laumontita, clinoptilotita y heulandita (Garcés, 2013).

Las zeolitas de esta formación pueden ser utilizadas a nivel local para agricultura, acuacultura, industria del cemento y para el tratamiento de aguas residuales municipales y de minas (Morante, 2004).

Garcés (2013) comprobó que las zeolitas de la formación cayo inferior (más sódica y menos silícea con minerales como Modernita y laumontita) presenta una mayor remoción de amonio que la formación cayo superior (más cálcica y poco silícea como las zeolitas tipo Eu Clinoptilolita - Heulandita), la cual tiende a saturarse con rapidez.

Muchos países están introduciendo un enfoque integrado de gestión de recursos hídricos a nivel nacional y de cuenca para abordar la naturaleza multifacética de la gestión del agua (Global Water Partnership, 2009).

Por tanto, la gestión integral de los recursos hídricos debe estar encaminada a la satisfacción de las necesidades de servicios de agua (agua potable, riego, hidroelectricidad, recreación, etc.) de todos los habitantes del Ecuador, manteniendo la premisa de que el agua forma parte importante de la supervivencia de los ecosistemas, escaso debido a la contaminación por la actividad del hombre, considerándose como un bien social y económico, cuya cantidad y calidad son factores de preservación de la vida y el desarrollo de la sociedad en su conjunto (Galárraga, 2000).

2.2. Antecedentes de investigación

2.2.1. Calidad de vida y agua potable

Diversos estudios epistemológicos han comprobado la relación entre el acceso al agua potable y la salud (Guzmán *et al.*, 2016; Fewtrell *et al.*, 2005; Cairncross *et al.*, 2010). Varios autores (Díaz, 2003; Prüss *et al.*, 2014; González, 2015) coinciden en que el contagio y propagación de estas enfermedades podría prevenirse con la implementación de sencillos sistemas de tratamiento que permitan mejorar las condiciones de la calidad del agua suministrada, incluso, según Fewtrell y otros (2005) resultan más eficientes que otras intervenciones más complejas. Por tanto, es fundamental fortalecer los sistemas de abastecimiento de agua para mejorar las condiciones de salud de la población y evitar la transmisión de enfermedades.

Serrano (2017) sostiene que la calidad del agua potable es muy importante, debido a que ésta se distribuye a todas las comunidades y si no cumple con los requerimientos de agua potable para consumo humano, tendría un impacto negativo en la persona que la consume. En las aguas superficiales se encuentra una amplia gama de organismos no perceptibles a simple vista. En condiciones normales, estos organismos permiten el desarrollo de los ciclos biológicos y químicos en el cuerpo de agua y no son necesariamente nocivos para la salud o para el tratamiento del agua. Los organismos propios de las aguas superficiales están en permanente actividad y ninguno vive aislado. Su existencia depende del medio que los rodea. Se entiende por medio tanto el ambiente físico como los organismos con los cuales se convive. Todos forman parte de un ecosistema.

Para Guiracocha y Sucuzhañay (2010) “La falta de conocimiento de quienes integran este proyecto dio inicio a una organización que fue creada

en función a criterios personales de quienes esta comunidad delegó como representantes, permitiendo causar por un lado inestabilidad en la organización porque las personas que administran dicho sistema no son las personas adecuadas para dichas funciones. Es por ello que existen conflictos internos en donde se crearon estatutos, reglamentos internos los mismos que no se cumplen, por la razón que la gente que es el usuario de este sistema no se interesa por lo que sucede internamente. El realizar la investigación de campo para el proyecto propuesto se pudo constatar la ausencia del orden documental que debería existir en una organización, la falta de experiencia de quienes antes y hoy dirigen, siendo este uno de los principales problemas que afectan en la actualidad para su correcto funcionamiento.”

2.2.2. Cuenca del Río Carrizal

El río Carrizal es la principal cuenca hidrográfica del cantón Bolívar, nace en las montañas del cantón Bolívar, y recorre de sureste a noreste, el territorio del cantón está caracterizado por la existencia de cadenas de montañas de la cordillera conocida como costanera, con altura media que oscila entre los 400 y 600 msnm. Al pie de ellas, se extienden plataformas levemente onduladas, atravesadas por una red hidrográfica con vertientes provenientes de la cordillera, cuyo principal río es el Carrizal, que pasa por el límite oriental de la ciudad de Calceta.

La cuenca Carrizal-Chone, está servida por el río Chone, con sus afluentes principales como son: río Grande, río Mosquito, río Garrapata, y río San Lorenzo. El río Carrizal, con sus afluentes: río Canuto, río Chico, Estero Tigra, río Severino, Estero Julián, río Bejuco, Estero Chorrillo, Mamey, Estero Zapote, río Canoas, río Barro, río Trueno, río Mosca, Estero Sarampión, río Junín y, río Bachillero.

La cuenca Carrizal-Chone tiene un área de drenaje de 2267 km², ocupando un 12% de territorio de la provincia de Manabí. Gran extensión del territorio de esta cuenca está destinada para el uso agropecuario, debido a que el

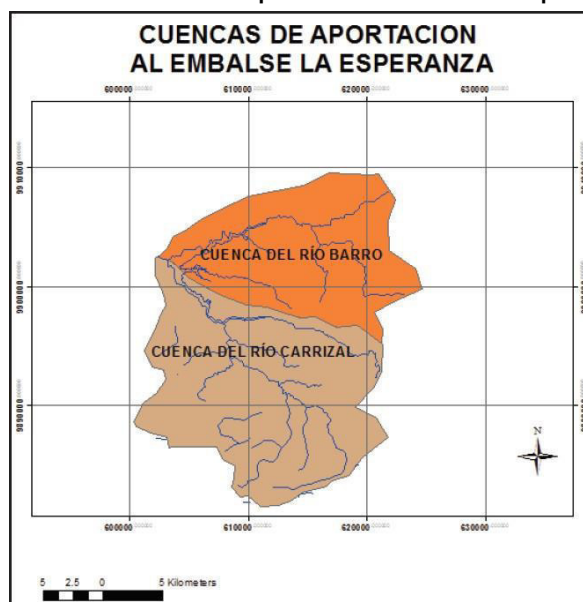
suelo es bastante apto para el desarrollo de la agricultura; lo que ha provocado una alta deforestación de la cuenca, conservándose tan solo el bosque seco tropical y el bosque muy seco tropical.

En la parte alta de la cuenca, existen pocas áreas de bosques (remanentes), es baja la cobertura vegetal natural, en la zona del embalse La Esperanza existen grandes áreas destinadas a la ganadería de bovinos, y a la siembra de cultivos de ciclo corto.

En la parte media de la cuenca predominan los pastizales, evidenciándose la actividad ganadera, cultivos de maíz, plátano, bambú, yuca, coco, cítricos, entre otros. Las actividades agrícolas y pecuarias ocupan un lugar muy importante dentro de la economía de las poblaciones de dicho sector, así como también lo es la pesca artesanal de tilapia, chame y camarón de río. En la mayoría de valles y colinas, el porcentaje de bosque natural es de aproximadamente el 20%. Existe un desarrollo desordenado de la población, falta de planificación, ausencia de regulaciones ambientales para la disposición y manejo de los desechos.

El cantón Bolívar cuenta con el embalse La Esperanza, el cual recibe las aguas de los ríos Barro y Carrizal, por lo tanto, se definen para el presente estudio las dos cuencas de los ríos afluentes principales al embalse. A continuación, en el siguiente gráfico se muestra las dos cuencas aportantes o tributarias al embalse La Esperanza:

GRÁFICO3.2. Cuencas de aportación al embalse La Esperanza



FUENTE: INFOPLAN, 2012

Las cuencas son relativamente pequeñas con un área de aportación inferior a 500 Km². En la siguiente tabla se muestra las características físicas de las cuencas de aportación al embalse La Esperanza:

Cuadro 4. Características físicas de las cuencas de aportación

| PARÁMETRO | CUENCA | |
|----------------------------|--------------|-----------|
| | Río Carrizal | Río Barro |
| Área (km ²) | 272.71 | 154.49 |
| Perímetro (km) | 90.94 | 71.35 |
| Longitud del cauce (km) | 24.15 | 22.75 |
| Coefficiente de compacidad | 0.09 | 0.13 |
| Factor de forma | 0.47 | 0.30 |
| ALTITUD MEDIA (m.s.n.m.) | 195.00 | 198.00 |
| Densidad de drenaje | 1.46 | 1.62 |

FUENTE: INFOPLAN, 2012

2.2.3. Calidad del agua de la cuenca del Río Carrizal

La calidad del agua proveniente de ríos de llanura y embalse se ha visto seriamente deteriorada. La calidad de vida y desarrollo de las poblaciones están ligadas a factores socio-económicos y ambientales. Uno de los recursos más importantes, como es el agua, es usado en actividades: recreativas, riego y consumo humano; razón por la cual es necesario conocer más a fondo la calidad y cantidad de dicho recurso.

En el cantón Bolívar, usualmente se tiene dificultad en la obtención de agua para los diferentes fines enunciados y, particularmente para sistemas de agua potable que cumplan con los criterios de calidad, cantidad, continuidad, cobertura, y costos razonables. Con frecuencia las fuentes de captación de agua son los ríos de llanura, los cuales se encuentran afectados por acciones antropogénicas como: deforestación, destruyendo el bosque natural para convertirlos en zonas agro pastorales y para explotación de la madera; esta última sin mitigar el impacto ambiental que causa. Mala práctica agrícola, en la cual se evidencia un excesivo uso de fertilizantes inorgánicos y pesticidas los cuales, luego son acarreados por la escorrentía del agua lluvia hasta los ríos, aportando nutrientes a los mismos.

El crecimiento poblacional sin planificación, repercute en la carencia de servicios básicos y por ende, no hay un manejo adecuado de las aguas servidas, principalmente en las ciudades y parroquias, mismas que son descargadas en los ríos, así como también el uso de detergentes en las aguas de los cuerpos hídricos en las comunidades por el lavado de ropa que realizan las amas de casa. Estas acciones generan una aceleración en el proceso de eutrofización de los cuerpos hídricos, dificultando el tratamiento de sus aguas y encareciendo este proceso.

El embalse La Esperanza, al no contar con adecuadas normas y disposiciones de operación, ha sufrido aceleración en su estado trófico. La abundancia de algas normalmente se la relaciona con la concentración de nutrientes inorgánicos como fósforo y nitrógeno provenientes de la agricultura, los mismos que entran al embalse La Esperanza. Normalmente la materia orgánica en descomposición produce disminución en las concentraciones de oxígeno disuelto, liberando hierro, manganeso, fósforo y otros elementos. Adicionalmente, a esta materia se la asocia con problemas de olores y sabores.

Los asentamientos poblacionales a lo largo de los ríos Carrizal y Chone han hecho que estos cauces recepten descargas sin tratamiento de aguas servidas, además de que grandes cantidades de residuos sólidos son depositados en estos cuerpos de agua, los lixiviados, producto del uso de pesticidas y de la falta de un adecuado manejo de los botaderos de basura, llegan hasta los ríos.

Existen dos reservas ecológicas que se encuentran dentro de la cuenca Carrizal-Chone, como son el humedal La Segua y el estuario del río Chone, mismas que se ven afectadas directamente por las acciones antropogénicas enunciadas en párrafos anteriores.

Por lo antes citado, es necesario contar con un sistema de agua potable de calidad, cantidad, continuidad, cobertura, y costos razonables, para evitar problemas de desabastecimiento y salud pública; por esta razón se justifica entender la calidad y tratabilidad de las aguas, para determinar los procesos adecuados, y por consiguiente poder cumplir con la normativa ambiental vigente para evitar problemas de salud en el futuro de la población que se abastece del líquido vital.

2.2.4. Filtración en múltiples etapas

Sánchez *et al.* (2009) utilizaron un proceso de filtración en múltiples etapas utilizando filtro lento de arena y filtros de anillos, siendo la arena la más eficiente, siendo que además presentó mayor estabilidad y mejor desempeño.

Pereira *et al.* (2013) “La filtración de múltiples etapas (FIME) es una alternativa que ha permitido expandir el espectro de aplicación de la filtración lenta en relación con la calidad y la duración del efluente. El uso de la manta y el carbón activado granular reportó la mayor remoción de turbiedad y contribuyó a la reducción eficiente de color aparente y verdadera, sin embargo, las columnas de pulido reportaron resultados similares para estos parámetros, la utilización del CAG como capa intermedia contribuyó una remoción mayor materia orgánica, y las mantas mejorado de eliminación de la clorofila -a, las columnas pre-filtración fueron eficientes en la eliminación de algas y cianobacterias, el trabajo debe complementarse con filtros lentos de arena demuestra una eficacia >98%.”

Valencia *et al.* (2009) “Con el objetivo contribuir al mejoramiento de la calidad de los recursos hídricos y su uso eficiente se estudió la aplicación a escala piloto de la filtración lenta en arena como tratamiento terciario de agua residual doméstica, pecuaria y piscícola. Se evaluó la influencia de la variación de tres cargas orgánicas superficiales (COS) y dos alturas de lecho filtrante. Los resultados indican que el uso de la filtración lenta como tratamiento terciario de agua residual está condicionado por las COS. Los mejores resultados se obtienen con COS de 5,2 y 8,1 g DBO₅ /m².d, obteniendo a menores cargas orgánicas las mayores carreras de filtración y las mayores eficiencias de remoción en parámetros fisicoquímicos y microbiológicos”

Mayorga y Mayorga (2016) “A fin de eliminar cualquier patógeno que pueda poner en peligro la salud de los consumidores, se propuso un sistema de tratamiento que incluye filtración seguido por cloración”.

Veliz *et al.* (2016) “Para la filtración se utilizaron tres medios filtrantes: arena sílice, antracita y lecho mixto, para cuatro velocidades de filtración. Se seleccionó la arena sílice por su mejor eficiencia como medio filtrante. Con el esquema de tratamiento propuesto se logran eficiencias de reducción de los parámetros físico-químicos (84-98%) y microbiológicos (99.98-100%), que permiten cumplir con las normas para reutilización en riego agrícola”.

2.3. Bases Teóricas

2.3.1. Abastecimiento de agua potable

Si el agua no cumple con los requerimientos de Agua Potable para consumo humano, tendría un impacto negativo en la persona que la consume. En las aguas superficiales se encuentra una amplia gama de organismos no perceptibles a simple vista que, en condiciones normales, permiten el desarrollo de ciclos biológicos y químicos en cuerpos de agua y no son necesariamente nocivos para la salud o el tratamiento del agua. Los organismos propios de las aguas superficiales están en permanente actividad y ninguno vive aislado (Serrano, 2014).

La planificación urbana debe considerar el descentralizar los servicios, creando pequeñas plantas de tratamiento de aguas residuales que den servicio por colonia, por fraccionamiento, unidad habitacional o vivienda (Lahera, 2010).

La expansión, ampliación o unificación de los sistemas permitirán optimizar los recursos, obtener mayores beneficios y reducir los subsidios. En la planificación deberá asegurarse el financiamiento del proyecto, el establecimiento de un modelo de gestión, el pliego tarifario y las acciones encaminadas a la protección de las fuentes, en cualquier caso, debe considerarse el agua como un bien escaso (González, 2007).

2.3.2. Nivel de pobreza según las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)

2.3.2.1. Capacidad económica

El hogar se considera privado en esta dimensión si: (i) los años de escolaridad del jefe(a) del hogar es menor o igual a dos años y (ii) existen más de tres personas por cada persona ocupada del hogar (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. S/F).

2.3.2.2. Acceso a Educación Básica

El hogar se considera privado en esta dimensión si: existen en el hogar niños de 6 a 12 años que no asisten a clases (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. S/F).

2.3.2.3. Acceso a vivienda

El hogar está privado si: (i) el material del piso es de tierra u otros materiales o (ii) el material de las paredes es de caña, estera u otros (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. S/F).

2.3.2.4. Acceso a servicios básicos

La dimensión considera las condiciones sanitarias de la vivienda. El hogar es pobre si: (i) la vivienda no tiene servicio higiénico o (ii) si el agua que obtiene la vivienda no es por red pública o por otra fuente de tubería (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. S/F).

2.3.2.5. Hacinamiento

El hogar se considera pobre si la relación de personas por dormitorio es mayor a tres (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. S/F).

2.3.3. Normativa vigente

En Ecuador, existen normativas aplicables a las condiciones de calidad de agua de consumo y cuerpos de agua dulce. Para el caso del agua de consumo, las normas NTE INEN 1108 (2014) (Agua potable para consumo humano) y NTE INEN 2200 (2017) (agua purificada envasada y agua purificada mineralizada envasada) contiene los requisitos que debe cumplir al agua para consumo humano.

Los cuerpos de agua dulce, a su vez, deben cumplir requisitos de los Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico, descritos en el Anexo 1 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente del Ecuador (2015): Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes. En el Cuadro N° se describen los Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

Cuadro N° 5. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico

| Parámetro | Unidad | Criterios de calidad |
|---|-------------------|----------------------|
| Arsénico (As) | mg/l | 0,1 |
| Coliformes Fecales (NMP) | NMP/100 ml | 1000 |
| Bario (Ba) | mg/l | 1,0 |
| Cadmio (Cd) | mg/l | 0,02 |
| Cianuro (CN ⁻) | mg/l | 0,1 |
| Cobre (Cu) | mg/l | 2,0 |
| Color (color real) | Unidades de Pt-Co | 75,0 |
| Cromo hexavalente (Cr ⁺⁶) | mg/l | 0,05 |
| Fluoruro (F ⁻) | mg/l | 1,5 |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | mg/l | <4 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | mg/l | <2 |
| Hierro Total (Fe) | mg/l | 1,0 |

| | | |
|---|----------------|-------|
| Mercurio (Hg) | <i>mg/l</i> | 0,006 |
| Nitratos (NO_3) | <i>mg/l</i> | 50,0 |
| Nitritos (NO_2) | <i>mg/l</i> | 0,2 |
| Potencial Hidrógeno (Ph) | Unidades de pH | 6-9 |
| Plomo (Pb) | <i>mg/l</i> | 0,01 |
| Selenio (Se) | <i>mg/l</i> | 0,01 |
| Sulfatos (SO_4^{-2}) | <i>mg/l</i> | 500,0 |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) | <i>mg/l</i> | 0,2 |
| Turbiedad (unidades nefelométricas de turbiedad) | UNT | 100,0 |

Fuente: (Acuerdo Ministerial 097-A, miércoles 4 de noviembre de 2015)

En los Cuadro N° y Cuadro N° se muestran estos valores de las características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas, y los requisitos microbiológicos del agua potable para consumo humano (NTE INEN 1108, 2014).

Cuadro N° 6. Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas

| Parámetro | Unidad | Límite máximo permitido |
|--|------------------------------------|-------------------------|
| Características físicas | | |
| Color | Unidades de color aparente (Pt-Co) | 15 |
| Turbiedad | NTU | 5 |
| Olor | --- | No objetable |
| Sabor | --- | No objetable |
| Inorgánicos | | |
| Antimonio, Sb | mg/l | 0,02 |
| Arsénico, As | mg/l | 0,01 |
| Bario, Ba | mg/l | 0,7 |
| Boro, B | mg/l | 2,4 |
| Cadmio, Cd | mg/l | 0,003 |
| Cianuros, CN ⁻ | mg/l | 0,07 |
| Cloro libre residual* | mg/l | 0,3 a 1,5 ¹⁾ |
| Cobre, Cu | mg/l | 2,0 |
| Cromo, Cr (cromo total) | mg/l | 0,05 |
| Fluoruros | mg/l | 1,5 |
| Mercurio, Hg | mg/l | 0,006 |
| Níquel | mg/l | 0,07 |
| Nitratos, NO ₃ ⁻ | mg/l | 50 |
| Nitratos, NO ₂ ⁻ | mg/l | 3,0 |
| Plomo, Pb | mg/l | 0,01 |
| Radiación total α | mg/l | 0,5 |
| Radiación total β | mg/l | 1,0 |
| Selenio, Se | mg/l | 0,04 |

¹⁾ Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos

* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleídos: ²¹⁰Po, ²²⁴Ra, ²²⁶Ra, ²³²Th, ²³⁴U, ²³⁸U, ²³⁹Pu

** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleídos: ⁶⁰Co, ⁸⁹Sr, ⁹⁰Sr, ¹²⁹I, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb, ²²⁸Ra

Fuente. NTE INEN 1108 Quinta revisión (2014).

Cuadro N° 7. Requisitos Microbiológicos del Agua potable

| Parámetro | Máximo |
|---|----------|
| Coliformes fecales (1): | |
| Tubos múltiples NMP/100 ml ó | < 1,1 * |
| Filtración por membrana ufc/ 100 ml | < 1 ** |
| <i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/ litro | Ausencia |
| <i>Giardia</i> , número de quistes/ litro | Ausencia |

* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm³ ó 10 tubos de 10 cm³ ninguno es positivo

** < 1 significa que no se observan colonias

(1) ver el anexo 1, para el número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida

Fuente. NTE INEN 1108 Quinta revisión (2014).

En los Cuadro N° y Cuadro N° se muestran estos valores de los requisitos físicos, químicos y microbiológicos para el agua purificada envasada y agua purificada mineralizada envasada (NTE INEN 2200, 2017).

Cuadro N° 8. Requisitos físicos para el agua purificada envasada y agua purificada mineralizada envasada.

| Requisito | Unidad | Mín. | Máx. | Método de ensayo |
|--|---------------------|----------|------|-------------------------------|
| Color | Pt-Cob ^a | - | 5 | NTE INEN-ISO 7887 |
| Turbidez | NTU ^b | - | 1 | INEN-ISO 7027 |
| Sólidos Totales Disueltos Aguas purificadas Envasadas | mg/dm ³ | - | 500 | 2 540 Solids Standard Methods |
| Sólidos Totales Aguas purificadas mineralizadas envasadas | mg/dm ³ | 500 | 1000 | 2 540 Solids Standard Methods |
| pH a 20 °C agua purificada envasada | | 4,5 | 9,5 | NTE INEN-ISO 10523 |
| pH a 20 °C agua purificada mineralizada envasada | | 3,8 | 9,0 | NTE INEN-ISO 10523 |
| Cloro libre residual | mg/dm ³ | AUSENCIA | | NTE INEN 977 |
| Dureza total | mg/dm ³ | - | 300 | NTE INEN 974 |

^a 1 unidad en la escala PT-CO = 1 mg/L de platino en forma de cloro platino

^b 1 unidad nefelométrica de turbidez (NTU) = 1 mg/L de formazina estándar.

Fuente. NTE INEN 2200 Segunda revisión (04 – 2017).

Cuadro N° 9. Requisitos microbiológicos para el agua purificada envasada y el agua purificada mineralizada envasada.

| Requisito | Unidad | Caso | n | c | m | M | Método de ensayo |
|---------------------------------------|-------------------------|------|---|---|----|-----------------|----------------------|
| Recuento de Aerobios Mesófilos | UFC/100 cm ³ | 2 b | 5 | 2 | 25 | 10 ² | NTE INEN – ISO 4833 |
| <i>E. Coli</i> | UFC/100 cm ³ | 10a | 5 | 0 | 0 | - | NTE INEN –ISO 9308-1 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | UFC/100 cm ³ | 10a | 5 | 0 | 0 | - | NTE INEN –ISO 16266 |

^aCaso 10, peligro grave incapacitante, pero por lo general no amenaza la vida, las secuelas son raras duración moderada. ICMSF 8

^bCaso 2, Utilidad: contaminación general, reducción de la vida útil, deterioro incipiente

n es el número de muestras a analizar

m es el límite de aceptación

M es el límite superado el cuál se rechaza

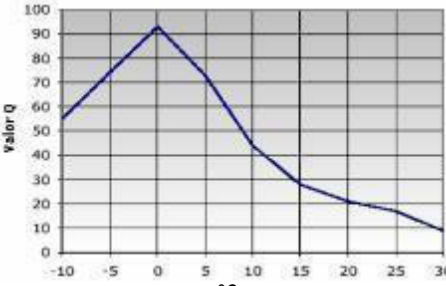
c es el número de muestras admisibles con resultados entre m y M

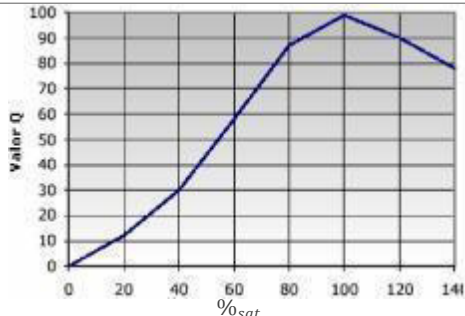
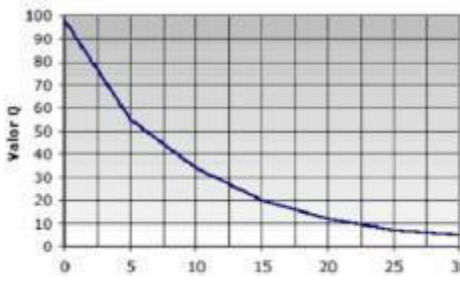
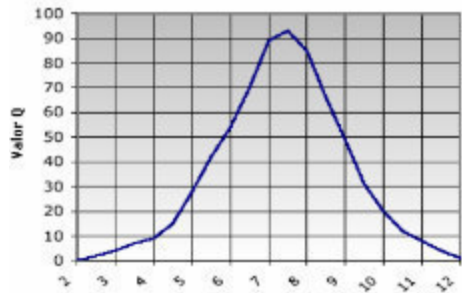
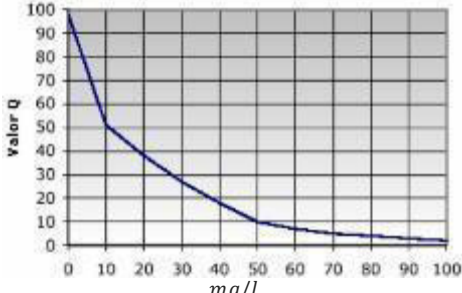
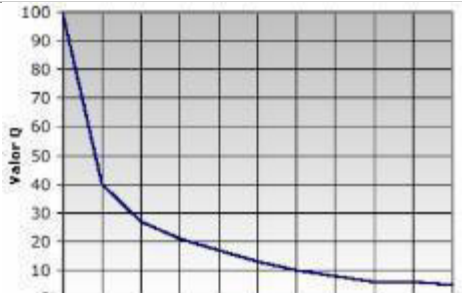
Fuente. NTE INEN 2200 Segunda revisión (04 – 2017).

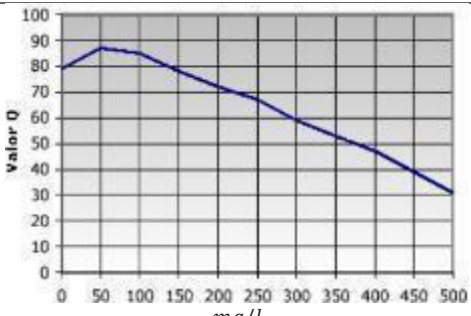
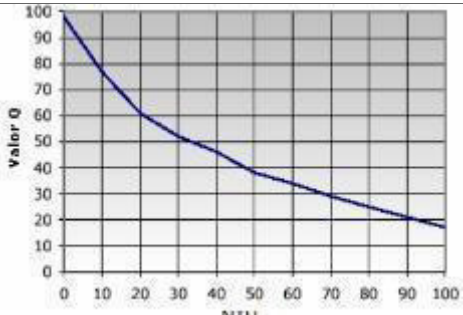

2.3.4. Cálculo del ICA NSF

El ICA NSF está compuesto por ocho elementos fisicoquímicos y uno biológica: los coliformes fecales (González, et al., 2013). Para su cálculo, mediante promedios de los paneles de expertos, se elaboraron curvas de valoración para cada variable. Los niveles de Calidad de Agua tuvieron un rango de 0 a 100 que fueron localizadas en las ordenadas y los diferentes niveles de las variables en las abscisas (Ver Cuadro N°) (Fernández, 2007).

Cuadro N° 10. Parámetros del ICA y sus funciones

| Parámetro | Clasificación | Unidad | Funciones* |
|-------------|---------------|--------|--|
| Temperatura | | °C |  |

| Parámetro | Clasificación | Unidad | Funciones* |
|-------------------------------|------------------|------------------|---|
| Oxígeno Disuelto | Materia orgánica | % _{sat} |  <p>Si %_{sat} > 140, Q = 50</p> |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | Materia orgánica | mg/l |  <p>Si DBO₅ > 30, Q = 30</p> |
| Potencial de Hidrógeno | Material iónico | Unidades de Ph |  <p>Unidades de pH Si pH < 2.0 ó > 12, Q = 0</p> |
| Nitrógeno de nitratos | Nutrientes | mg/l |  <p>Si Nitratos > 100, Q = 10</p> |
| Fosfatos totales | Nutrientes | mg/l |  <p>Si Fosfatos > 10, Q = 2.0</p> |

| Parámetro | Clasificación | Unidad | Funciones* |
|--------------------|---------------------|------------|---|
| Sólidos Disueltos | Material iónico | mg/l |  <p>Si STD > 500, Q = 20</p> |
| Turbiedad | Material suspendido | UTN |  <p>Si Turbidez > 100, Q = 5.0</p> |
| Coliformes fecales | Microbiológico | UFC/100 ml |  <p>Si coliformes fecales > 100.000, Q = 20</p> |

Fuente: Chang (2010)

*Fuente: Fernández (2007)

Elaborado por: Autor.

Debido a que ciertos parámetros son más significativos que otros en su influencia en la calidad del agua, este hecho se modeló introduciendo pesos o factores de ponderación (W_i) según su orden de importancia respectivo. Luego, los índices por parámetro son promediados a fin de obtener el ICA de la muestra de agua (González *et al.*, 2013).

9

$$INSF = \sum_{i=1} SI_i \cdot W_i$$

Cuadro N° 11. Índice Wi para el cálculo de ICA

| Apariencia | Wi |
|--------------------------------------|-----------|
| Temperatura | 0,10 |
| Oxígeno Disuelto | 0,17 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | 0,10 |
| Potencial de Hidrógeno | 0,12 |
| Nitrógeno de nitratos | 0,10 |
| Fosfatos totales | 0,10 |
| Sólidos Totales | 0,08 |
| Turbiedad | 0,08 |
| Coliformes fecales | 0,15 |

Fuente: Fernández & Solano (2005)

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

La investigación desarrollada presentó enfoque cuantitativo, ya que indagó en las causas y la explicación de los sucesos, con una base conceptual apropiada al problema en estudio y con una serie de principios que expresaron relaciones entre las variables estudiadas.

Tanto la calidad del agua de suministro (independiente) como la salud humana (dependiente) asociada a dicha calidad, fueron medidas, asignándoseles valores según los análisis, tanto al agua de la fuente de abasto (río Carrizal) como a el agua que llega a los hogares, asignándole a ambas cifras asociadas a su ponderación, estableciendo la relación entre ellas como solución a la problemática, radicando en esto último su aplicabilidad. Asimismo, el estudio es de alcance explicativo, ya que no solamente se correlacionan las variables de investigación, sino que también, dicha correlación es explicada.

La investigación, por tanto, es de tipo experimental, dado que se manipularon las variables en estudio. Para el establecimiento de la sección medular de la metodología se realizó el Cuadro N° en el que se expresa las fases con sus actividades y en el Cuadro N° se especifican las etapas con su respectiva descripción y los métodos, técnicas y herramientas empleadas para desarrollar la investigación.

Cuadro N° 11. Fases y actividades para la ejecución de la investigación

| FASES | ACTIVIDADES |
|--|---|
| Categorización de las condiciones de la salud de los habitantes. | <ul style="list-style-type: none"> • Investigar las enfermedades asociadas a la calidad de agua. • Solicitar a los centros de salud aledaños a las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino el registro de enfermedades asociadas a la calidad de agua presentadas por los habitantes • Analizar las condiciones de vida de los habitantes de las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal. |
| Evaluación de las condiciones de calidad de agua de suministro. | <ul style="list-style-type: none"> • Tomar muestras del agua de albarda y del agua que llega a los hogares de las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal. • Determinar la calidad del agua de albarda de acuerdo con el ICA-NSF. • Comparar los datos del agua de albarda con los límites permisibles para cuerpos de agua dulce de la normativa ambiental vigente. • Comparar los datos del agua de los hogares con la norma NTE INEN 1108 (2014) y NTE INEN 2200 (2017) |
| Realización de un sistema de potabilización para el agua de suministro. | <ul style="list-style-type: none"> • Determinar los procedimientos óptimos para el tratamiento del agua de consumo de las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal • Realizar pruebas piloto de proceso de tratamiento propuesto. • Determinar el grado de remoción de contaminantes del proceso de tratamiento propuesto. • Dimensionar el proceso de tratamiento para las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal. |
| Estudio de factibilidad del proceso de tratamiento que se adapte a las características de las fuentes de abasto | <ul style="list-style-type: none"> • Realizar el presupuesto de la aplicación del proceso de tratamiento en las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal. • Calcular los impactos generados por la aplicación proceso de tratamiento propuesto. • Especificar la factibilidad del proceso de tratamiento propuesto. |

Fuente. El Autor (2017).

Cuadro N° 13. Etapas, descripción, métodos, técnicas y herramientas utilizadas en el estudio

| ETAPA | DESCRIPCIÓN | MÉTODOS, TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS |
|--|---|--|
| Búsqueda de información | <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de investigaciones sobre formas de contaminación del agua de consumo y del río, así como de las formas de medirlas. • Búsqueda de antecedentes acerca de las diferentes enfermedades con posible origen en el agua contaminada • Análisis de bibliografía especializada respecto a la calidad del agua de consumo y de la fuente de abasto (río Carrizal). | <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de muestras de ambos tipos de aguas, recolectadas una a nivel de grifo de agua en los hogares y en los sitios del río desde donde se realiza el bombeo del líquido vital. • Indagación de la incidencia de las diferentes enfermedades con posible origen en el agua contaminada. • Indagación sobre la selección y diseño de un modelo de gestión apropiado para el mejoramiento de la calidad del agua, tanto de la fuente de abasto, como de la que sirve al consumo humano. |
| Trabajo de campo | <ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento del área de estudio. • Toma de muestras de aguas. • Aplicación de entrevistas. • Tabulación y/o graficado de resultados. | <ul style="list-style-type: none"> • Observación directa y fichaje • Georreferenciación con GPS • Métodos, equipos, herramientas, instrumentos y materiales del laboratorio de análisis físico, químico y microbiológico de aguas. • Consideración del tamaño y selección de las muestras. • Cuadros y Gráficas en Excel. |
| Sistematización y estructuración de la información | <ul style="list-style-type: none"> • Estructuración de la toda la información obtenida tanto bibliográfica como la de campo. • Análisis e interpretación de datos que propicien la toma de decisiones en el diseño de la propuesta de mejoramiento de la calidad del agua suministrada | <ul style="list-style-type: none"> • Inducción – deducción. • Pruebas a escala piloto de los procesos de filtración a través de arena y grava, intercambio catiónico con zeolitas, particularmente modernita • Cualificación, cuantificación y diseño de plantas ingenieriles. |

Fuente. El Autor (2017).

Se partió de un diagnóstico situacional de las tres comunidades insertas en microcuenca bajo estudio, tanto de la calidad del agua como de la presencia de enfermedades asociadas a esta presentadas en los habitantes y se establecieron los nexos e interrelaciones entre ambas.

Luego, con esta base se realizó la búsqueda de alternativas que permitan mejorar la calidad de agua suministrada y, por tanto, las condiciones de salud de los habitantes de la comunidad, de forma económica, accesible y de fácil mantenimiento y operación.

3.2. Unidad de análisis

El estudio se desarrolló en las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino, ubicadas en la parroquia Quiroga; cantón Bolívar, provincia de Manabí, Ecuador. Estas localidades se encuentran en la microcuenca alta del río Carrizal. Las coordenadas que caracterizan la ubicación de las tres comunidades mencionadas se encuentran detalladas en el Cuadro N° y en la Figura N° 1 se muestra su ubicación.

La microcuenca hidrográfica del río carrizal que está comprendida entre las coordenadas 1°4'15.04"S, 79°52'11.79"W, y cubre un área de aproximadamente 1390 Km². Se encuentra asentada en la provincia de Manabí y limita al norte con las cuencas del Río Briceño y Río Jama al sur con las cuencas del Río Portoviejo y Río Guayas, al este con el océano Pacífico, la cuenca del Estero Pajonal y al oeste con la cuenca del Río Guayas (MAE & PACC, 2009)

Cuadro N° 14. Coordenadas de referencia

| Comunidad | Coordenadas | |
|-----------------------|-------------|---------|
| | X | Y |
| Balsa en Medio | 616279 | 9892519 |
| Julián | 605950 | 9893975 |
| Severino | 606273 | 9892511 |

Fuente. El Autor (2017).

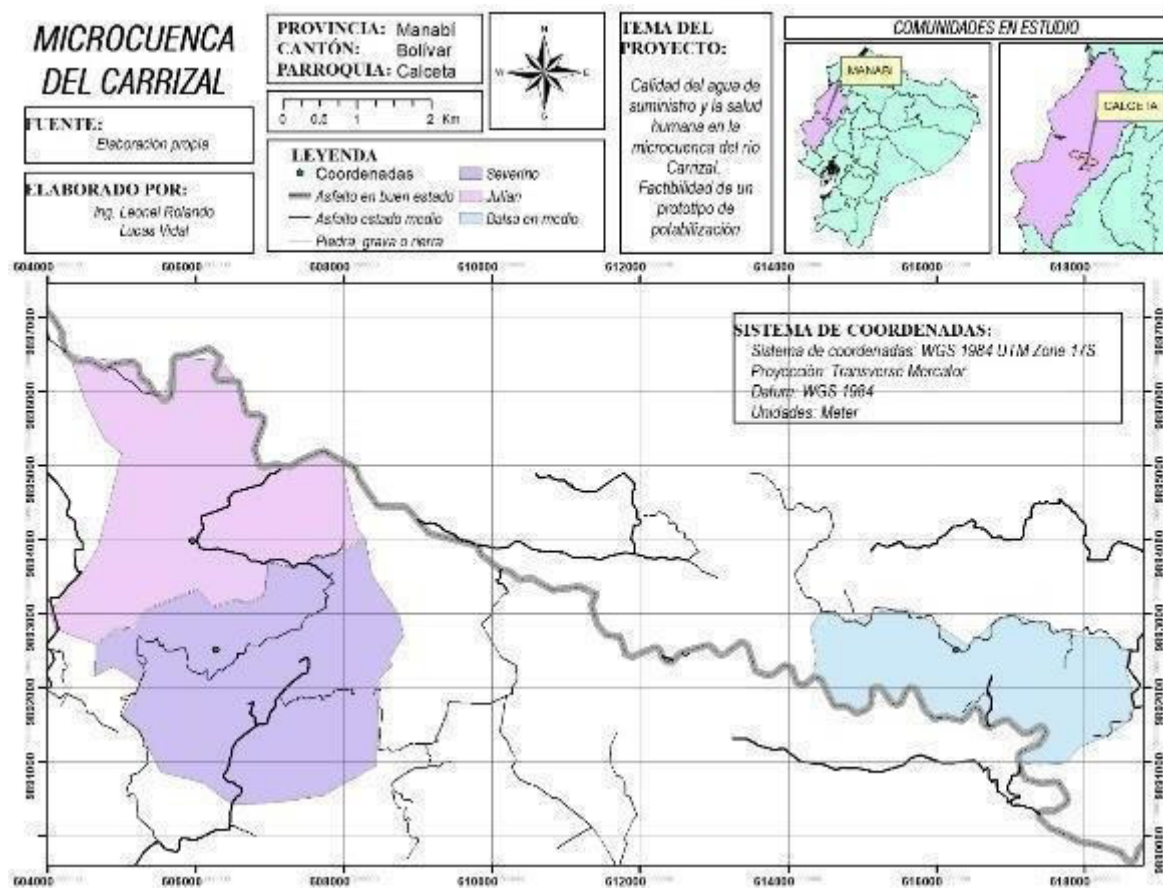


Figura N° 1. Ubicación de las comunidades en estudio.
Fuente: El Autor (2017).

3.3 Análisis hidrológico

La microcuenca del Río Carrizal se encuentra situada entre las coordenadas $1^{\circ}4'15.04''$ S, $0^{\circ}27'20.14''$ S, $80^{\circ}27'14.23''$ W, $79^{\circ}52'11.79''$ W. (FAO, 2010). Según Barahona y Tapia (2010) gran extensión de esta cuenca está destinada a uso agropecuario debido a que el suelo es bastante apto para el desarrollo de la agricultura; lo que ha provocado una alta deforestación de la cuenca conservándose tan solo los bosques seco tropical y bosque muy seco tropical. En la parte alta de la cuenca, existen pocas áreas de bosque. Es baja la cobertura vegetal natural. En la zona del embalse La Esperanza existen grandes áreas destinadas a la ganadería de bovinos, ya la siembra de productos de ciclo

corto. En la parte media de la cuenca, predominan los pastizales, evidenciando la actividad ganadera. Hay cultivos de caña de azúcar, plátano, bambú, maíz, coco, cítricos. Las actividades agrícolas y ganaderas ocupan un lugar muy importante dentro de la economía de las poblaciones de este sector, así como también lo es la pesca artesanal de chame y camarón de río. En la mayoría de valles y colinas el porcentaje de bosque natural es de aproximadamente 20%. Existe un desarrollo desordenado de la población, falta de planificación, ausencia de regulaciones de la disposición y manejo de los desechos.

Según datos obtenidos en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (Cuadro N° 14), en la microcuenca se tienen los siguientes promedios de datos meteorológicos.

Cuadro N° 15. Variables climáticas cuantificadas en la estación meteorológica de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador.

| | Temperatura máxima (°C) | Temperatura mínima (°C) | Humedad relativa (%) | Precipitación (mm) | Heliofanía (h/d) | Velocidad del viento (m/s) |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|------------------|----------------------------|
| Enero | 29,73 | 22,15 | 85,00 | 187,45 | 1,52 | 1,27 |
| Febrero | 30,53 | 22,35 | 85,17 | 282,40 | 3,25 | 1,73 |
| Marzo | 31,68 | 23,20 | 83,17 | 225,90 | 3,65 | 1,73 |
| Abril | 30,98 | 22,90 | 83,83 | 138,60 | 3,79 | 1,80 |
| Mayo | 31,18 | 22,35 | 83,67 | 74,75 | 2,96 | 1,55 |
| Junio | 30,40 | 22,30 | 83,17 | 29,90 | 2,96 | 1,35 |
| Julio | 29,65 | 21,65 | 83,83 | 30,55 | 2,63 | 1,50 |
| Agosto | 29,95 | 21,25 | 81,00 | 1,10 | 2,95 | 1,50 |
| Septiembre | 30,78 | 21,50 | 80,00 | 0,13 | 3,94 | 1,90 |
| Octubre | 30,18 | 21,50 | 80,17 | 6,28 | 2,52 | 1,70 |
| Noviembre | 30,80 | 21,30 | 77,83 | 1,27 | 2,60 | 2,00 |
| Diciembre | 30,33 | 24,40 | 77,50 | 38,03 | 2,81 | 1,75 |

Ortiz (2015), menciona que las aportaciones en hm³/año (Cuadro N° 15) al embalse según la estación Calceta fueron las siguientes: aportación media anual de 376, aportación máxima (1976) 860 y aportación mínima (1963) 60; Además, indica los siguientes caudales medios mensuales en la estación de aforo Calceta.

Cuadro N° 16. Caudal del río Carrizal en los diferentes meses del año.

| Mes | Caudal (m³/s) |
|-------------------|---------------------------------|
| Diciembre | 1,55 |
| Enero | 8,31 |
| Febrero | 27,94 |
| Marzo | 34,25 |
| Abril | 28,79 |
| Mayo | 23,75 |
| Junio | 9,31 |
| Julio | 5,44 |
| Agosto | 3,46 |
| Septiembre | 2,77 |
| Octubre | 2,85 |
| Noviembre | 4,74 |

3.4 Población de estudio

La investigación contó con tres poblaciones asociadas a la medición de las variables: las 503 personas (Ver Cuadro N°16) de las cuales el 65% están entre 19 y 65 años (Infocentro Quiroga – Manabí, 2011); el agua del río es almacenada en tres albardas (una en cada comunidad) y luego distribuida a los hogares donde que es consumida con previa cloración o ebullición en algunos casos. El número de hogares que contaban con suministro de agua entubada (mangueras tendidas desde tanques elevados con agua albarda, aprovechando la fuerza gravitatoria) fue de 85. De ellos, en unos pocos (29) se hierve el agua obtenida en los grifos y, a pesar de que se les dota de dosis de cloro, este es usado en otros.

El resto de la población toma agua directamente del cuerpo de agua, muchos de los cuales han sido atendidos en instituciones de salud o entes

particulares, por problemas asociados a la ingestión de agua posiblemente contaminada.

Cuadro N° 47. Habitantes de las comunidades

| Comunidades | Familias | Habitantes | Familias con suministro* |
|-----------------------|------------|------------|--------------------------|
| Severino | 43 | 105 | 38 |
| Julián | 21 | 215 | 20 |
| Balsa en medio | 38 | 183 | 27 |
| Total | 102 | 503 | 85 |

Fuente: Andrade y Bravo (2013)

**Obtenido mediante trabajo en campo*

3.5 Tamaño de muestra

Como la población de familias es de 85, se encuestarán a todo este conglomerado, pues el tamaño no es suficiente como para tener que calcular una muestra a partir de ella.

Para la determinación de la calidad de agua se tomó muestras de agua en una porción de los hogares (muestra) calculada una probabilidad de ocurrencia del 99% y un intervalo o nivel de confianza del 5% mediante la siguiente ecuación:

$$n = \frac{PQ \times N}{(N-1) \frac{\alpha^2}{K^2} + PQ}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra

PQ = Probabilidad de ocurrencia por la de no ocurrencia = 0,95 x 0,05 = 0,0475

N = tamaño de la población;
 α =intervalo o nivel de confianza = 0,05
 K = constante de corrección del error = 1,96

3.6 Selección de muestra

Se tomó como muestra un total de 20 casas, de acuerdo con Mandeville (2010) en casos donde la población se encuentra dividido en estratos, en este caso comunidades, se deben seleccionar muestras aleatorias independientes de cada estrato. El número de casas en cada muestra se detallan en el Cuadro N° 18. Cabe destacar que las casas muestreadas fueron seleccionadas al azar en cada comunidad.

Cuadro N° 58. Casas muestreadas de cada comunidad

| Comunidades | Familias con suministro | Casas muestreadas |
|----------------|-------------------------|-------------------|
| Severino | 38 | 9 |
| Julián | 20 | 5 |
| Balsa en medio | 27 | 6 |
| Total | 85 | 20 |

Fuente: El Autor (2017).

3.7 Técnicas de recolección de Datos

3.7.1 Observación directa

Se utilizó para la identificación del modelo de gestión del agua de consumo humano, se realizó mediante la observación directa en los lugares bajo análisis. El proceso se realizó en tres fases: identificación de hechos, construcción de redes de relaciones entre ellos e interpretación (Postic & De Ketele, 2000). Como referencia a este proceso se realizó un fichaje de campo, mismo que sirvió como fuente de almacenamiento de la información obtenida durante las visitas de campo (Lippmann *et al.*, 2006).

3.7.2 Toma de muestras de agua

Se emplearon las técnicas de recolección de datos *in situ* en el caso de todas las muestras (72) de agua tomadas, es decir, se obtuvo de una porción de material cuyo volumen fue lo suficientemente pequeño, que pudo ser transportado con facilidad y manipulado en el laboratorio sin que por ello dejara de representar con exactitud al material de la población de donde procedió, según se plantea específicamente en APHA, AWWA, WPCF (2012).

3.7.3 Análisis de registros

La ponderación de la salud humana relacionada con la calidad del agua de consumo humano se realizó con base en indagaciones en los centros de salud, así como a través del ítem No. 15 del instrumento de encuesta empleado para la determinación de las características socioeconómicas.

3.7.4 ICA

El ICA (NSF), propuesto por la de la Fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos de América, refiere cifras porcentuales asociadas a la presencia y cuantificación de los diferentes parámetros indicadores de contaminación de las aguas (Coello *et al.*, 2013).

3.8 Análisis e interpretación de la información

Según Chávez (2012) las actividades que se desarrollan en un territorio (agrícolas, ganaderas, forestales, mineras; procesos de urbanización; instalación de industrias, entre otras) afectan de una u otra forma a sus recursos hídricos, por lo que la investigación partió del análisis de las labores y actividades realizadas por los habitantes de las comunidades. Para este proceso, se utilizó la observación y se llevó un diario de campo para recabar la información obtenida (Rojas, 2011).

Una vez recolectada la información proveniente de la aplicación de los instrumentos de medición de los indicadores de las variables, se procedió a tabularlos y graficarlos en Microsoft Excel, para poder, a partir de las correlaciones, explicar los diferentes comportamientos.

Se compararon los resultados de los análisis de laboratorio del agua colectada en los grifos de las casas de la muestra, con los valores restrictivos establecidos en las normas NTE INEN y los límites permisibles.

Para el establecimiento de la calidad del agua del río Carrizal consumida por las poblaciones de las comunidades bajo estudio, se procedió a muestrear la que se encontraba albarrada para el suministro a las mismas.

Como estas aguas procedían directamente de la corriente hídrica, fue posible realizar dicha operación sin error en la consideración de las muestras. Los resultados permitieron el cálculo del indicador ICA (NSF) en cada una de las tres locaciones y, así concluir sobre la calidad del líquido en la fuente de abasto.

Para la determinación de las características socioeconómicas de los usuarios – beneficiarios del capital natural agua de consumo humano en las tres comunidades rurales bajo estudio de la microcuenca del río Carrizal, según plantea el tercer objetivo específico, los datos provenientes del instrumento encuesta, fueron graficados y según ellos, se coligió acerca de dichas características. Aplicando el instrumento de entrevista, se procedió a la determinación del nivel de pobreza, según las Necesidades Básicas Insatisfechas.

De acuerdo con las características del agua de albarda que accede a los grifos en los hogares, fue posible identificar y decidir sobre el modelo de gestión a diseñar para la solución de la problemática investigada, es decir, qué sistema de tratamiento emplear para la potabilización del agua de consumo humano en las localidades, particularmente la que es ingerida por las personas. Así, quedaron sentadas las bases para el diseño de procesos de potabilización, planteado en el último objetivo específico.

3.9 Evaluación de tratamientos de agua con microorganismos eficientes y filtración con zeolitas

La investigación desarrollada en este aspecto fue de tipo experimental, los tratamientos fueron arreglados en forma factorial, con cuatro repeticiones. Se consideraron tres localidades (Severino, Julián y Balsa en Medio) en forma independiente, el factor A correspondió a las tres fuentes de agua (vertiente, tanques surtidores y grifos de las casas), mientras que el factor B estuvo representado por cinco tratamientos de purificación de agua

basados en el uso de microorganismos y el uso de zeolitas como material filtrante.

3.9.1 Lugar de realización del experimento

Las muestras de agua provienen de la microcuenca hidrográfica del río Carrizal, comprendida entre las coordenadas 1°4'15.04"S, 79°52'11.79"W, con un área de aproximadamente 1390 Km². Se encuentra asentada en la provincia de Manabí y limita al norte con las cuencas del Río Briceño y Río Jama, al sur con las cuencas del Río Portoviejo y Río Guayas, al este con el Océano Pacífico y la cuenca del Estero Pajonal y, al oeste con la cuenca del Río Guayas (MAE & PACC, 2009).

Los ensayos referentes a los tratamientos de las muestras se realizaron en el Laboratorio de Evaluaciones Ambientales de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, ubicada en Manabí, Bolívar, Calceta, Provincia de Manabí, República del Ecuador.

3.9.2 Tratamientos realizados al agua muestreada

3.9.2.1 Producto comercial EM•1® (Microorganismos eficaces)

Para activar la formulación comercial se procedió de la siguiente manera: en un envase plástico sin contaminación química y limpio de dos litros de capacidad se colocaron 5 mL de la formulación comercial + 5 mL de melaza y se completó el volumen con 990 mL de agua del grifo; se cerró herméticamente y se agitó manualmente por 30 segundos. Se mantuvo por 6 días en ausencia de luz y diariamente, se abrió por una oportunidad para dejar escapar los gases. Al finalizar este periodo, se cuantificó el pH de la mezcla, caso sea superior a 3,5 debe ser descartada la muestra; en su

defecto, prepararla nuevamente. La dosis del producto comercial correspondió al 5%.

Las muestras de agua provenientes de vertientes, albarradas o tanques y grifos de las viviendas de las localidades de Severino, Julián y Balsa en Medio consistieron de 5 L de agua, incubadas con EM•1® en la concentración de 5 ml/L durante 2 h y posteriormente pasadas por filtros constituidos por capas de 5 cm de zeolita de origen cubano y ecuatoriano, respectivamente, contenidas en columnas de filtración.

3.9.2.2 Microorganismos autóctonos

Los microorganismos autóctonos fueron extraídos de la: Baba o mucílago del cacao (proceso de fermentación de cacao, Corporación Fortaleza del Valle); mucosa del intestino delgado de aves ponedoras (Avícola Mía de Calceta); De camarón y agua de mar (zona de San Clemente), de donde fueron extraídos por fermentación mediante diluciones seriadas hasta 10^{-8} con agua destilada estéril, cultivándose en Agar MRS para el género *Lactobacillus* con el método de siembra doble capa, mismo que consiste en colocar 15 mL de Agar MRS en una caja Petri y dejar que gelatinice, luego se coloca 1 mL de la muestra de la dilución 10^{-8} y luego se coloca 15 mL más de Agar MRS que esté a 45°C para no afectar el microorganismo y se incuba por 3 días a 37°C , en Agar Sabouraud para el género *Sacharomiceae* y Agar Nutritivo para el género *Bacillus* spp. Para estos dos géneros también se incubaron a 37°C por un periodo de 24 horas. Se obtuvo del mucílago de cacao la *Saccharomices cereviceae*, de la mucosa del intestino delgado de aves ponedoras el *Bacillus* spp y del intestino de camarón de mar el *Lactobacillus* spp. Posteriormente se realizó el coctel utilizando como medio agua destilada y melaza al 5% para activarlos, se obtuvieron biopreparados para un litro con la concentración de *Lactobacillus* spp $1,8 \times 10^9$ UFC/ml de *Bacillus* spp $1,2 \times 10^9$ UFC/ml y *Sacharomiceae cereviceae* de $4,3 \times 10^8$ UFC/ml, las cuales se incorporaron al alimento de los camarones el cual fue previamente preparado y fermentado por un período de nueve días a temperatura ambiente.

De las muestras de agua provenientes de vertientes, albarradas o tanques y grifos de las viviendas de las localidades de Severino, Julián y Balsa en Medio se tomaron alícuotas de 5 L de agua que fueron incubadas por 2 horas con las dosis de 5, 10 y 15 ml/L de los organismos autóctonos, respectivamente. Finalizado el periodo de incubación, se tomaron muestras para los respectivos análisis físico-químicos.

En los análisis de las muestras de aguas tanto las tratadas con el EM•1® y filtradas en las zeolitas cubana y ecuatoriana de manera independiente, así como también las tratadas con los organismos autóctonos se cuantificaron las siguientes variables físicas: temperatura, turbidez, sólidos totales, dureza total; para las variables químicas correspondió al: DBO₅, nitritos, fosfatos, alcalinidad total, pH, conductividad eléctrica, cloruros y los metales de hierro, manganeso, cobre, plomo (total) cobalto y cromo hexavalente. Las mencionadas determinaciones se realizaron en el Laboratorio de Análisis Químicas de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, ubicada en Manabí, Bolívar, Calceta. Los procedimientos analíticos empleados corresponden a las metodologías APHA, AWWA y WPCF (2012).

3.9.3 Tratamientos evaluados y diseño experimental

Las muestras de agua de las localidades de Severino, Julián y Balsa en Medio fueron consideradas en forma independiente. Los tratamientos fueron arreglados en forma factorial, considerando las fuentes como Factor A (vertiente, tanque y consumo) y los tratamientos de purificación como Factor B, para generar un total de 15 combinaciones, tal como se describe en el cuadro siguiente:

| | |
|----------------|---|
| Factor A: | Factor B: |
| Fuente de Agua | Tratamiento de depuración |
| Vertiente | Incubada con EM•1® a 5 ml/L y filtrada en zeolita cubana |
| Tanque | Incubada con EM•1® a 5 ml/L y filtrada en zeolita ecuatoriana |
| Consumo | Incubada con 5 ml/L de microorganismos autóctonos |
| | Incubada con 10 ml/L de microorganismos autóctonos |
| | Incubada con 15 ml/L de microorganismos autóctonos |

Las muestras de agua de las localidades de Severino, Julián y Balsa en Medio, tomadas en la vertiente, del tanque o de los grifos de las casas, recibieron los siguientes tratamientos: 1- Incubada con EM•1® a 5 ml/L y filtrada en zeolita cubana; 2- Incubada con EM•1® a 5 ml/L y filtrada en zeolita ecuatoriana; 3- Incubada con 5 ml/L; 4- 10 ml/L y 5- 15ml/L de microorganismos autóctonos, respectivamente.

El modelo estadístico es del tipo lineal aditivo: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$

Dónde:

y_{ijk} = Valor del i-ésimo nivel del factor A, j-ésimo nivel del factor B, y k-ésimo bloque.

m = media general.

α_i = efecto del i-ésimo nivel del factor A.

β_j = efecto del j-ésimo nivel del factor B.

$(\alpha \beta)_{ij}$ = efecto de interacción entre ambos factores.

e_{ijk} = error aleatorio.

Previo al análisis de varianza (ANAVA), los valores de las características determinadas en las muestras de agua fueron examinados por las pruebas de normalidad de Wilk-Shapiro y la de homogeneidad de varianza de Bartlett por el ASSISTAT (Silva y Azevedo, 2016), y los análisis de varianza se realizaron con el software InfoStat (Di Renzo *et al.*, 2016). Hubo necesidad de aplicar la transformación $\log x + 10$ para los tenores de nitritos, fosfatos, hierro, manganeso, cobre, plomo y cromo por no cumplir los supuestos para el análisis estadístico paramétrico. Por la naturaleza estructurada de los tratamientos, las comparaciones entre ellos se efectuaron por contrastes ortogonales y para determinar su significancia se empleó la prueba de F a 5 % de probabilidad (Silva-Acuña *et al.*, 2000).

4 CAPITULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis, interpretación y discusión de resultados

4.1.1 Ponderación de la salud humana, con base en enfermedades asociadas a la calidad del agua de consumo

Según las indagaciones realizadas en los centros de salud de las localidades, así como de acuerdo con los datos del ítem No. 15 que se reporta más adelante en el instrumento de encuesta, las enfermedades humanas relacionadas con la ingesta de agua son tanto digestivas, de la piel y respiratorias. Se aprecia la aparición de la diarrea, manifestándose algunas de ellas en forma de disentería amebiana, la shigelosis, el cólera y, debido a otras causas no totalmente identificadas que podrían incluir la alimentación y posiblemente con la calidad del agua de beber.

En las tres comunidades, según la indagación existieron, en el año 2016, 48 casos de disentería amebiana, 44 de shigelosis, 78 de diarreas generalizadas por otras causas relacionadas con el agua de beber contaminada, 9 casos de Infecciones por *Campylobacter ssp.*, 43 casos de enfermedades varias que pueden relacionarse con el agua contaminada, 41 casos de dermatosis por contacto con agua contaminada y, 39 respiratorias que, según los especialistas que las atendieron pudieron ser

causa del agua de consumo humano de mala calidad. En total se atendieron en consultas médicas 353 casos en las tres comunidades, durante el año 2016, casi todos ellos relacionados con la utilización del agua contaminada, tanto para beber como para otros usos. En el Cuadro N° 18 y Gráfico de la Figura N° 2 se muestran los resultados de la ponderación de la variable dependiente del estudio, “salud humana”.

Cuadro N°19. Ponderación de la variable “salud humana”

| Enfermedad | Comunidad | | | | | |
|---|----------------|-----|------------|-----|------------|-----|
| | Balsa en Medio | | Julián | | Severino | |
| | Frecuencia | % | Frecuencia | % | Frecuencia | % |
| Disentería amebiana | 15 | 14 | 14 | 14 | 19 | 16 |
| Shigelosis | 18 | 16 | 11 | 11 | 15 | 12 |
| Cólera | 5 | 5 | 6 | 6 | 4 | 3 |
| Diarreas por otras causas | 23 | 21 | 24 | 24 | 31 | 26 |
| Infecciones por <i>Campylobacter ssp.</i> | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| Otras enfermedades relacionadas al agua contaminada | 16 | 14 | 13 | 13 | 19 | 16 |
| Dermatosis | 14 | 13 | 14 | 14 | 17 | 14 |
| Respiratorias | 16 | 14 | 15 | 14 | 13 | 11 |
| Total, pacientes atendidos | 111 | 100 | 121 | 100 | 121 | 100 |

Fuente: Autor (2017).

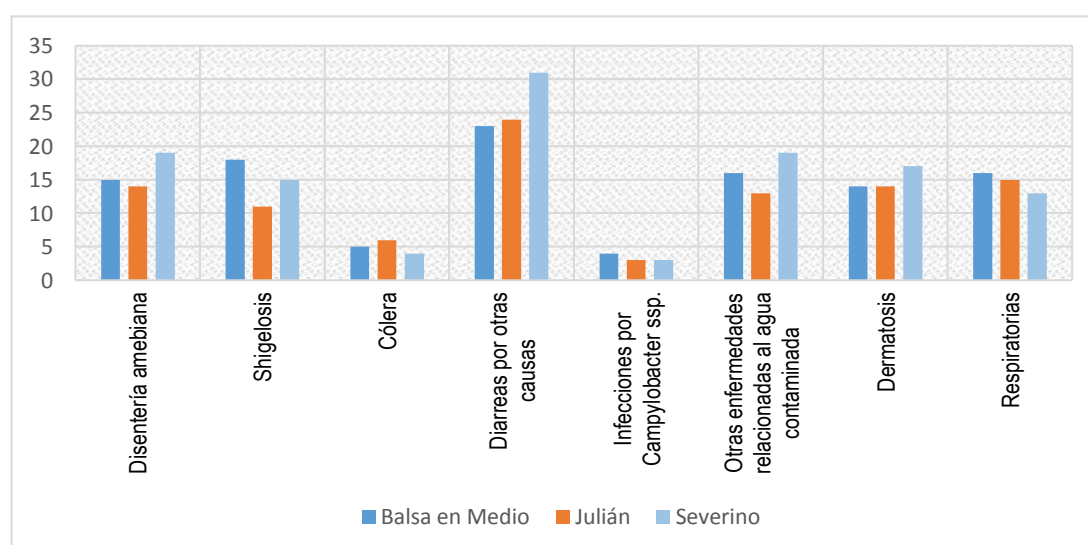


Figura N° 2. Ponderación de la variable “salud humana”.

Fuente. El Autor (2017).

Se colige que el agua de consumo humano en las tres comunidades bajo estudio de la parte alta de la microcuenca del río Carrizal, pudo haber sido la causa principal de la incidencia de varias enfermedades, tanto digestivas, como dermatológicas como respiratorias. Esto induce a la necesidad de proponer, al menos una solución, que resuelva la problemática y mejore significativamente la salud humana en las poblaciones bajo estudio.

4.1.2 Calidad de agua en las comunidades

4.1.2.1 Agua albarrada en las comunidades bajo estudio

Las comunidades bajo estudio, Severino, Julián y Balsa en medio, en la parte alta de la microcuenca del río Carrizal, poseen sistemas de recolección y almacenamiento del agua en albarradas; los resultados de las características físicas, químicas y microbiológicas de las tres comunidades se presentan en el Cuadro N° 20 y se representan gráficamente en la Figura N° 3.

En el cuadro se presentan los valores medios para cada parámetro, así como el correspondiente valor porcentual *Subi*. En la última fila, según la columna correspondiente, se plantean las cifras promedio del ICA (NSF) para cada comunidad.

Considerando los análisis realizados, se colige que, el agua albarrada de la comunidad Julián es la de peores condiciones, ostentando un indicador ICA (NSF) de 47% considerada como “mala”, aunque cerca del límite correspondiente a la categoría “regular”, siguiendo el mismo razonamiento, el agua albarrada de la comunidad Balsa en medio, cuyo indicador fue 49,44%, casi considerado como regular; Y, el agua de albarrada de la comunidad Severino, con un ICA (NSF) de 51,1%% catalogado como “regular”.

En cuanto al cumplimiento de la normativa vigente, estos proporcionan los valores de referencia para los parámetros de pH, DBO5, Nitratos,

Coliformes Fecales y Turbiedad; el agua de albarrada de todas las comunidades excede los límites permisibles de DBO₅. Los parámetros restantes son cumplidos en su totalidad.

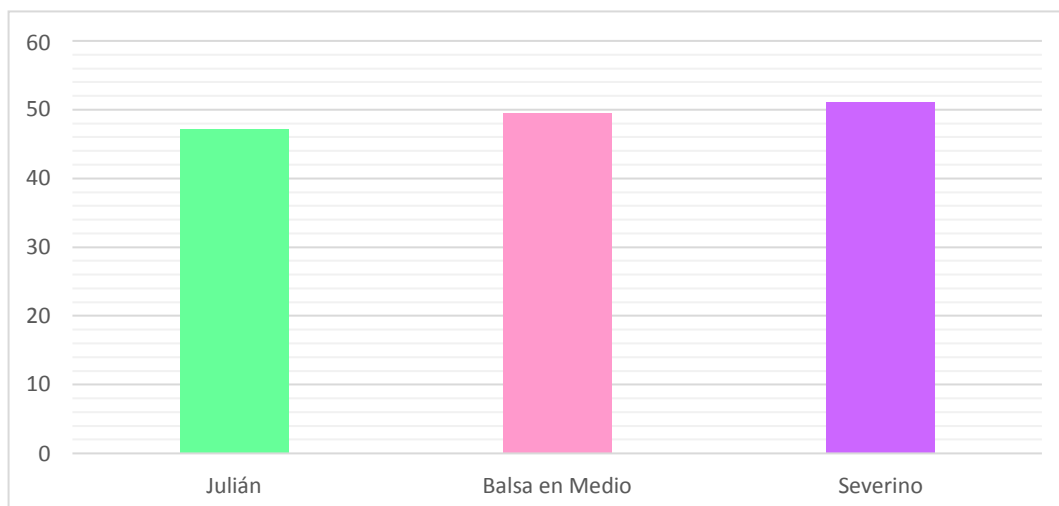


Figura N° 3. Índice de Calidad del agua (NSF) de la albarrada de las comunidades en estudio

Fuente: Autor

Elaborado por: Autor.

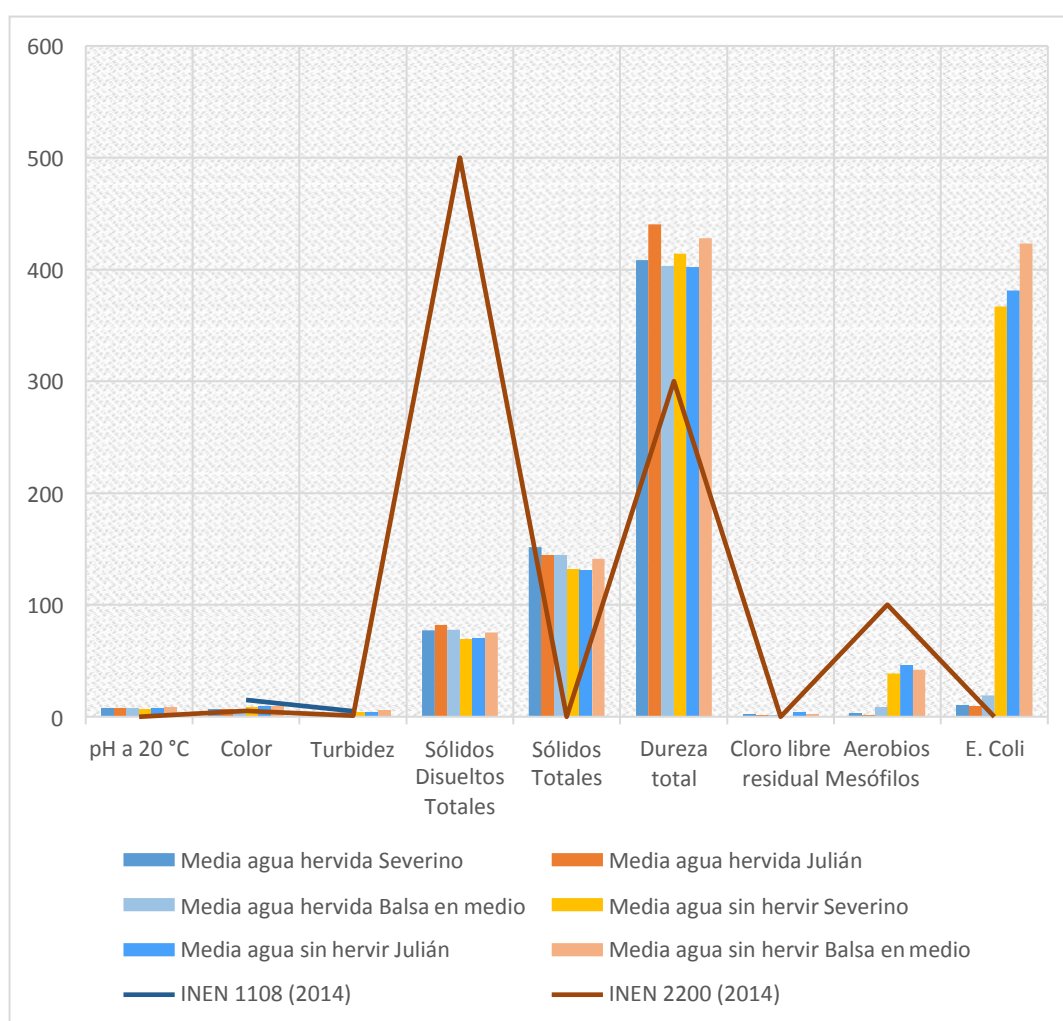
Cuadro N° 20. Índice de Calidad del agua (NSF) de la albarrada de las comunidades en estudio

| No. | Parámetro | W _i * | Julián | | | | | | Balsa en Medio | | | | | | Severino | | | | | | TULSMA (2015) |
|--------------------------------------|--|------------------|----------|-----|-----|--------|----------------------|---------------|----------------|-----|-----|--------|----------------------|---------------|----------|-----|-----|--------|----------------------|---------------|---------------|
| | | | Muestras | | | Media | Sub _i (%) | ICA (NSF) (%) | Muestras | | | Media | Sub _i (%) | ICA (NSF) (%) | Muestras | | | Media | Sub _i (%) | ICA (NSF) (%) | |
| | | | 1 | 2 | 3 | | | | 1 | 2 | 3 | | | | 1 | 2 | 3 | | | | |
| 1 | Oxígeno Disuelto (%) Saturación) | 0,17 | 21 | 24 | 25 | 23,33 | 12 | 2,04 | 28 | 22 | 23 | 24,33 | 14 | 2,38 | 27 | 30 | 26 | 27,67 | 16 | 2,72 | |
| 2 | pH | 0,12 | 8,8 | 8,6 | 8,4 | 8,60 | 62 | 7,44 | 8,4 | 8,9 | 8,5 | 8,60 | 82 | 9,84 | 7,8 | 7,7 | 8 | 7,83 | 90 | 10,80 | 6-9 |
| 3 | DBO ₅ (mg/dm ³) | 0,1 | 2 | 2 | 4 | 2,67 | 72 | 7,20 | 4 | 3 | 4 | 3,67 | 66 | 6,60 | 3 | 2 | 4 | 3,00 | 60 | 6,00 | <2 |
| 4 | Nitratos (mg/dm ³) | 0,1 | 4 | 4 | 5 | 4,33 | 80 | 8,00 | 3 | 5 | 5 | 4,33 | 80 | 8,00 | 3 | 3 | 4 | 3,33 | 90 | 9,00 | 50 |
| 5 | Coliformes Fecales (NMP/100cm3) | 0,15 | 86 | 73 | 76 | 78,33 | 50 | 7,50 | 74 | 80 | 71 | 75,00 | 50 | 7,50 | 79 | 88 | 72 | 79,67 | 46 | 6,90 | 1000 |
| 6 | Turbiedad (NTU) | 0,08 | 7 | 9 | 8 | 8,00 | 78 | 6,24 | 9 | 9 | 7 | 8,33 | 80 | 6,40 | 8 | 6 | 8 | 7,33 | 83 | 6,64 | 100 |
| 7 | Sólidos Totales (mg/dm ³) | 0,08 | 201 | 192 | 179 | 190,67 | 72 | 5,76 | 183 | 177 | 194 | 184,67 | 74 | 5,92 | 185 | 190 | 182 | 185,67 | 73 | 5,84 | |
| 8 | Fosfatos (mg/dm ³) | 0,1 | 5,3 | 4,3 | 4.5 | 4,80 | 12 | 1,20 | 4,2 | 4,3 | 4,4 | 4,30 | 13 | 1,30 | 3,9 | 4,5 | 4,8 | 4,40 | 16 | 1,60 | |
| 9 | Temperatura (°C) | 0,1 | 24 | 24 | 23 | 23,67 | 18 | 1,80 | 27 | 28 | 25 | 26,67 | 15 | 1,50 | 27 | 25 | 24 | 25,33 | 16 | 1,60 | |
| ICA (NSF) PROMEDIO EN CADA COMUNIDAD | | | | | | | | 47,18 | | | | | 49,44 | | | | | | 51,10 | | |
| ICA (NSF) PROMEDIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 49,24 | |
| DESVIACIÓN ESTÁNDAR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,96 | |

Elaborado por: Autor.

4.1.2.2 Muestras de agua consumida en los hogares (hervida y sin hervir)

Los resultados de las muestras de agua hervida y sin hervir que se presentan en el Cuadro N° 21, se resumen en el Cuadro N° 22 y se representan en el gráfico de la Figura N° 3, demuestran que el color, la turbidez, la dureza total, el cloro libre residual y la *E. coli*, fueron significativamente superiores al máximo admitido, tanto en el agua hervida como sin hervir.



Fuente: Autor (2017).

Cuadro N°21. Resultados de muestras de agua en los hogares

| Requisito | Unidad | Comunidad Severino | | | | | | | | Comunidad Julián | | | | | | Comunidad Balsa en Medio | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3* | 4* | 5 | 6 | 7* | 8 | 9* | 10* | 11 | 12 | 13* | 14 | 15* | 16 | 17 | 18* | 19* | 20 |
| pH a 20 °C | ----- | 6,5 | 6,8 | 7,3 | 7,6 | 6,9 | 6,8 | 7,5 | 6,7 | 7,4 | 7,3 | 7,1 | 6,6 | 6,9 | 7,2 | 7,2 | 8,1 | 7,4 | 7,2 | 7,2 | 8,2 |
| Color | Pt-Co ^a | 7 | 9 | 6 | 7 | 8 | 8 | 6 | 7 | 7 | 7 | 9 | 9 | 6 | 9 | 6 | 9 | 10 | 6 | 6 | 9,5 |
| Turbidez | NTU ^b | 4 | 4 | 3 | 3 | 5 | 4 | 3 | 5 | 3 | 2 | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 4 | 4 | 5,5 |
| Sólidos Disueltos Totales | mg/dm ³ | 73 | 69 | 75 | 79 | 66 | 68 | 78 | 70 | 76 | 80 | 71 | 72 | 84 | 68 | 77 | 79 | 71 | 79 | 77 | 76 |
| Sólidos Totales | mg/dm ³ | 134 | 136 | 140 | 168 | 129 | 131 | 150 | 132 | 148 | 142 | 137 | 127 | 146 | 130 | 139 | 148 | 135 | 143 | 151 | 140 |
| Dureza total | mg/dm ³ | 418 | 388 | 397 | 420 | 455 | 400 | 410 | 408 | 407 | 432 | 401 | 394 | 449 | 410 | 407 | 458 | 400 | 395 | 407 | 425 |
| Cloro residual libre | mg/dm ³ | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 1 | 4 | 5 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Aerobios Mesófilos | UFC/100 cm ³ | 41 | 36 | 3 | 4 | 38 | 40 | 4 | 38 | 3 | 0 | 46 | 43 | 2 | 49 | 7 | 48 | 38 | 10 | 9 | 40 |
| E. Coli | UFC/100 cm ³ | 308 | 437 | 12 | 8 | 359 | 350 | 10 | 380 | 10 | 9 | 406 | 375 | 10 | 362 | 19 | 396 | 463 | 19 | 19 | 410 |

* Agua hervida.

La información sobre cloración no fue confiable (todos reciben cloro, pero generalmente lo usan en otros menesteres).

Fuente: Autor (2017).

Cuadro N°22. Resultados de muestras de agua obtenida en grifos de las casas muestrales

| Requisito | Unidad | Media agua hervida | | | | | | Media agua sin hervir | | | | | | INEN 1108 (2014) | INEN 2200 (2014) |
|---------------------------|-------------|--------------------|--------------|--------|--------------|----------------|--------------|-----------------------|--------------|--------|--------------|----------------|--------------|------------------------|------------------------|
| | | Severino | | Julián | | Balsa en medio | | Severino | | Julián | | Balsa en medio | | | |
| | | MEDIA | C. V. (%) | MEDIA | C. V. (%) | MEDIA | C. V. (%) | MEDIA | C. V. (%) | MEDIA | C. V. (%) | MEDIA | C. V. (%) | | |
| pH a 20 °C | ----- | 7,45 | 1,50% | 7,1 | 2,82% | 7,2 | 0,00% | 6,74 | 2,01% | 6,97 | 3,77% | 7,9 | 4,51% | | 4,5-9,5 |
| Color | Pt-Coa | 6,5 | 7,69% | 6,5 | 7,69% | 6 | 0,00% | 7,8 | 9,59% | 9 | 0,00% | 9,5 | 4,30% | 15 | 5 |
| Turbidez | NTUb | 3 | 0,00% | 2,5 | 20,00% | 4 | 0,00% | 4,4 | 11,13% | 4,33 | 10,88% | 5,5 | 7,42% | 5 | 1 |
| Sólidos Disueltos Totales | mg/dm³ | 77 | 2,05% | 82 | 2,44% | 77,7 | 1,21% | 69,2 | 3,35% | 70,3 | 2,42% | 75,3 | 4,38% | | 500 |
| Sólidos Totales | mg/dm³ | 151,5 | 6,76% | 144 | 1,39% | 144 | 3,46% | 132 | 1,83% | 131 | 3,19% | 141 | 3,80% | | 500-1000 |
| Dureza total | mg/dm³ | 408,5 | 2,01% | 440,5 | 1,93% | 403 | 1,40% | 414 | 5,52% | 402 | 1,63% | 428 | 6,76% | | 300 |
| Cloro libre residual | mg/dm³ | 2,25 | 36,85% | 1 | 0,00% | 1,33 | 35,36% | 0,4 | 200,00% | 4,33 | 10,88% | 2 | 0,00% | 0,3-1,5 | Ausencia |
| Aerobios Mesófilos | UFC/100 cm³ | 3,5 | 14,29% | 1 | 100,00% | 8,67 | 14,39% | 38,6 | 4,52% | 46 | 5,32% | 42 | 10,29% | | 100 |
| E. Coli | UFC/100 cm³ | 10 | 14,14% | 9,5 | 5,26% | 19 | 0,00% | 367 | 11,50% | 381 | 4,84% | 423 | | <0,01 | -- |

Fuente: Autor (2017).

Es decir que, de acuerdo con la normativa vigente el agua hervida y, sobre todo el agua sin hervir, no responden a las cualidades del agua para consumo humano, particularmente para ser ingerida por seres humanos. Con excepción del cloro libre residual, los coeficientes de variación de los resultados de los análisis de laboratorio fueron bajos, inferiores al 10% y, por debajo del 20% en el caso de la turbidez. Es decir, la variabilidad en los resultados de los exámenes de laboratorio fue significativamente aceptable.

Debe ser aclarado que a pesar de que las autoridades entregan cloro a las familias para la desinfección del agua, estas, en su mayoría lo utilizan en otros menesteres y en la práctica, aproximadamente la mitad de la población, se “conforma” con sólo hervir el agua.

4.1.3 Características socioeconómicas de los usuarios – beneficiarios del capital natural agua de consumo humano

Se aplicó una encuesta formal para conocer los capitales Humano, cultural social, físico y financiero referente a los indicadores: Número de miembros de la familia, escolaridad, salud, servicios básicos, actividad económica productiva principal, Ingresos mensuales y determinar las limitantes para la implementación de sistemas de tratamientos en las comunidades en estudio. La encuesta fue realizada a 85 jefes/as de familias de las comunidades Julián, Severino y Balsa en Medio. El instrumento constó de 18 ítems que trataron sobre las características socioeconómicas del entrevistado y el valor de uso de los recursos naturales. Los resultados se presentan a continuación:

Ítem 1. Sexo del encuestado.

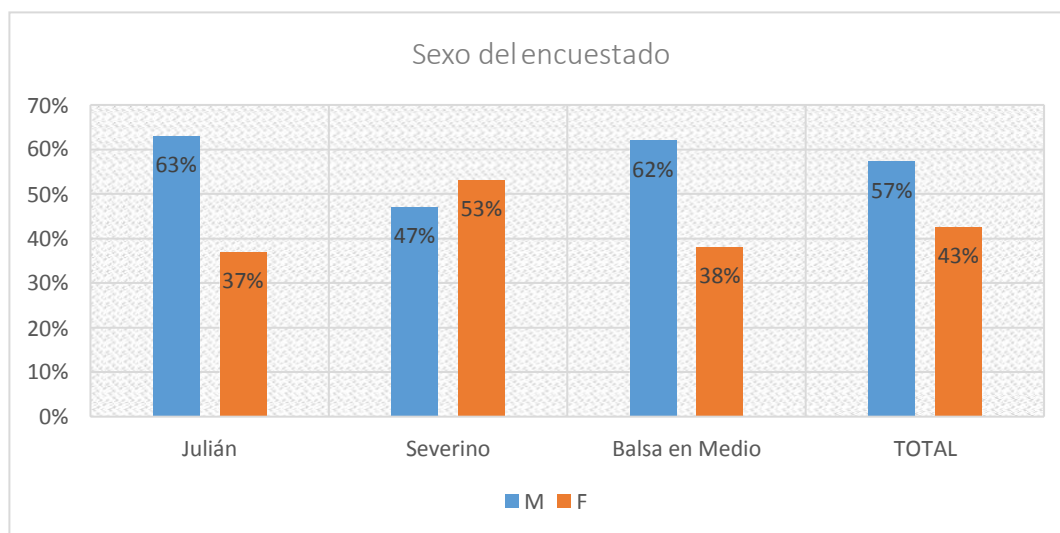


Figura N° 4. Sexo del encuestado.

Fuente. El Autor (2017).

En la encuesta, de la población participante total, el 43% corresponde de hombres y el 57% a mujeres. Circunstancia justificada, puesto que, al momento de la encuesta, algunos hombres jefes de hogar se encontraban en sus jornadas de trabajo fuera del hogar. Sin embargo, la diferencia no es muy marcada, por lo que se pudo obtener una información más ampliada acerca del uso que se le da al agua proveniente de las fuentes naturales de la microcuenca.

Ítem 2. Nivel de estudio del encuestado.

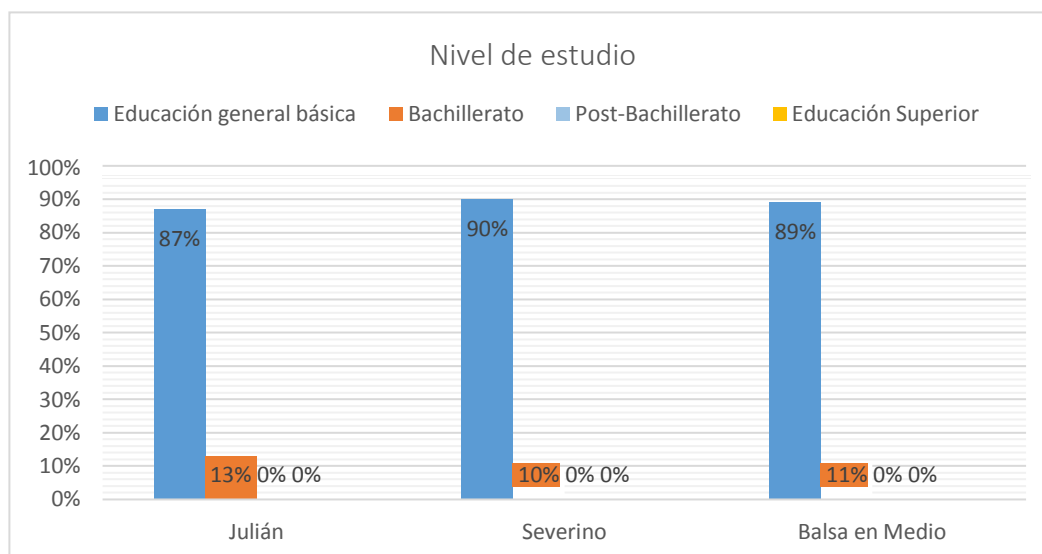


Figura N° 5. Nivel de estudio.

Fuente. El Autor (2017).

En las comunidades, la mayoría de los habitantes únicamente ha concluido la educación general básica, aproximadamente un 87% en Julián, en Severino el 90% y en Balsa en Medio el 89%; al mismo tiempo un porcentaje mínimo, ha concluido el bachillerato (13% en Julián, 10% en Severino y en Balsa en Medio el 11%) y ninguno ha completado el post bachillerato y mucho menos la educación superior. Esto se debe principalmente a las grandes distancias entre estos lugares y las instituciones educativas.

Ítem 3. ¿Cuál es su principal fuente de ingresos económicos?

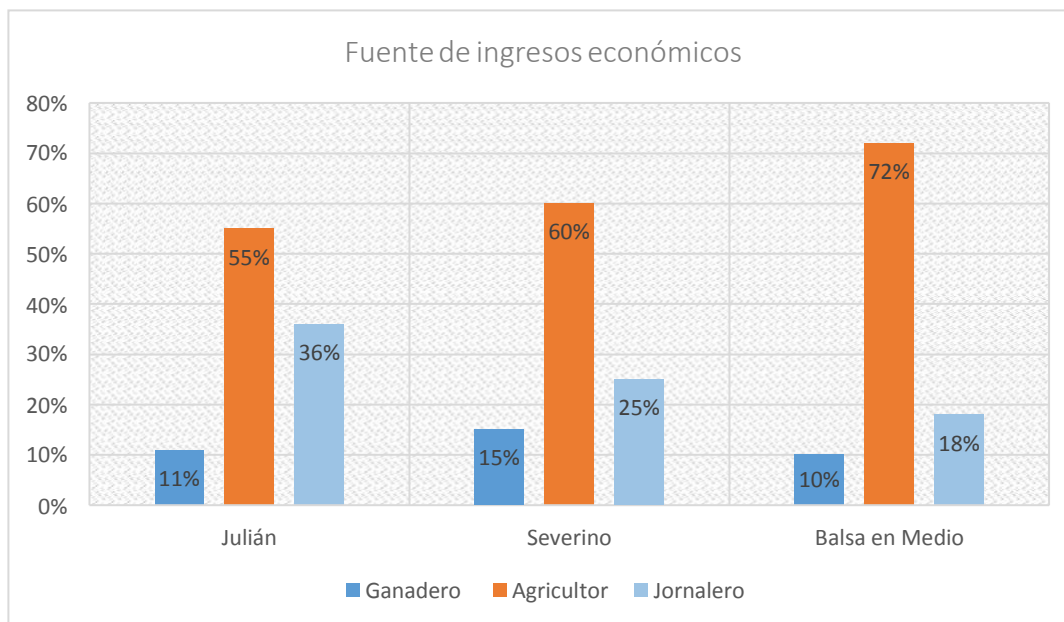


Figura N° 6. Fuente de ingresos económicos
Fuente: El Autor (2017).

La principal actividad que genera ingresos en estas comunidades es la agricultura (en Julián el 55%, en Severino el 60% y en Balsa en Medio el 72%), seguida por la realización de jornales en tierras privadas (en Julián el 36%, en Severino el 25% y en Balsa en Medio el 18%) y en menor proporción se encuentran las personas que viven de la ganadería de animales mayores o menores.

Cabe destacar que los trabajos de jornales están limitados a tiempos de cosecha de los cultivos de ciclo corto, así como los ingresos generados por los habitantes dedicados a las actividades de agricultura, en lo concerniente a la ganadería, esta se limita a unas pocas cabezas de ganado vacuno o a la cría de animales menores como gallinas, cerdos, entre otros.

Ítem 4. ¿Cuál es su ingreso familiar mensual?

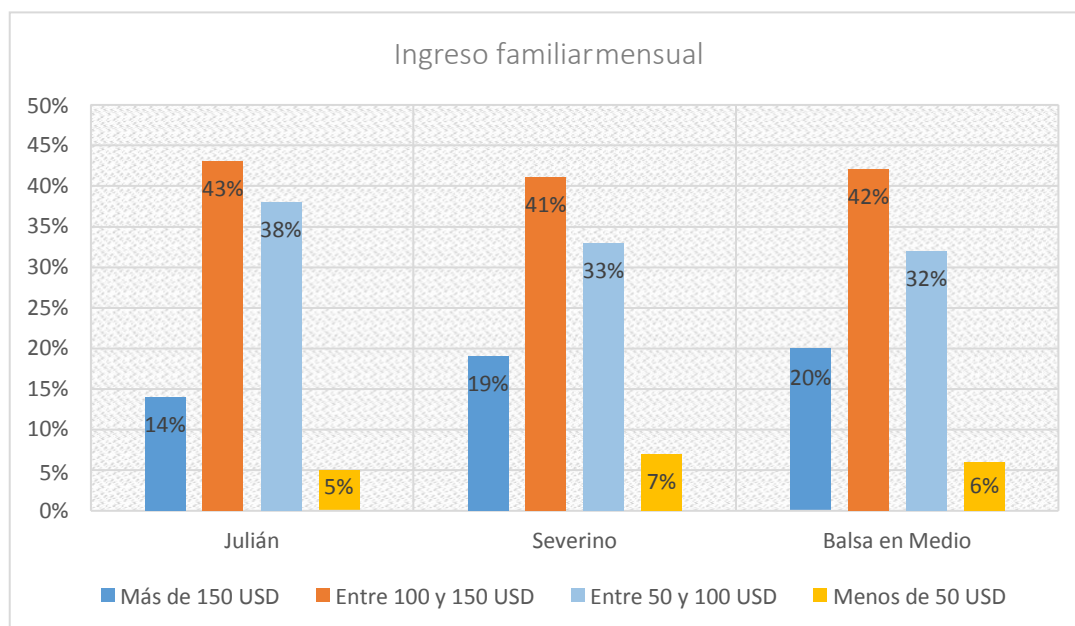


Figura N° 7. Ingresos familiares.
Fuente: El Autor (2017).

En estas comunidades, la mayoría de las familias subsisten con ingresos mensuales entre 100 y 150 USD (en Julián el 43%, en Severino el 41% y en Balsa en Medio el 42%). Otro porcentaje alto corresponden a las familias que tienen ingresos mensuales entre 50 y 100 USD (en Julián el 38%, Severino el 33% y en Balsa en Medio el 32%).

En menor porcentaje se encuentran las familias que sobreviven con menos de 50 USD (5% en Julián, 7% en Severino y 6% en Balsa en Medio). Tan solo el 14% de las familias en Julián, el 19% en Severino y el 20% en Balsa en Medio tienen ingresos superiores a 150 USD.

Ítem 5. ¿Cuántas personas habitan en la casa?

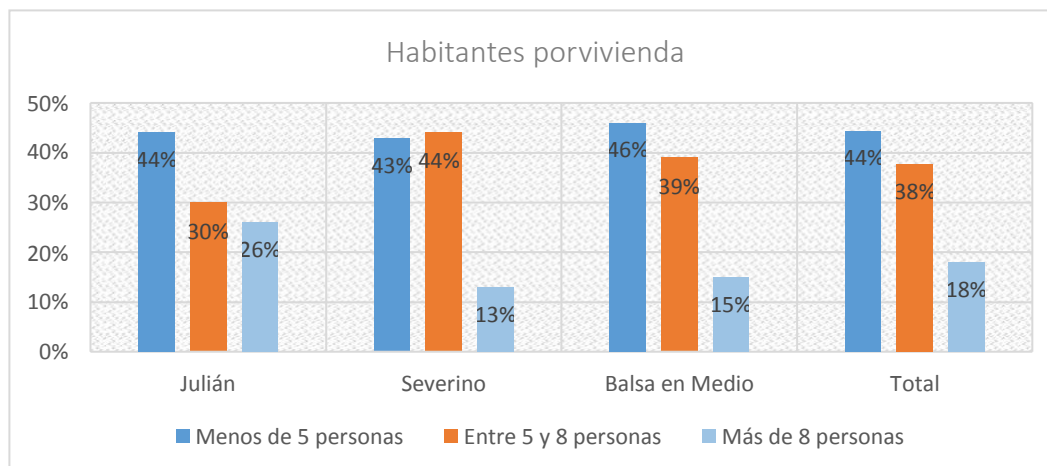


Figura N° 8. Habitantes por vivienda.

Fuente. El Autor (2017).

De la totalidad de los hogares en estas comunidades, se estableció que en un 44% de las viviendas habitan menos de 5 personas y en el 38% habitan entre 5 y 8 personas. Y con un porcentaje menor del 18%, están los hogares que habitan más de 8 personas. En las comunidades bajo estudio el total de habitantes asciende a 600 (Cuadro N° 23), siendo 160 los habitantes de balsa en medio, 190 de Severino y 250 de Julián.

Cuadro N°23. Total, de habitantes en las comunidades en estudio

| Número de personas | Balsa en medio | | Severino | | Julián | |
|--------------------|-------------------------------------|------------|-------------------------------------|------------|-------------------------------------|------------|
| | Promedio de integrantes por familia | Total | Promedio de integrantes por familia | Total | Promedio de integrantes por familia | Total |
| <5 por hogar | 4 | 57 | 2 | 34 | 5 | 63 |
| 5-8 por hogar | 6 | 55 | 7 | 117 | 8 | 108 |
| <8 por hogar | 9 | 68 | 8 | 39 | 11 | 79 |
| | | 177 | | 190 | | 250 |

Fuente. El Autor (2017).

Ítem 6. ¿Cuál es el rango de edad de los miembros de su familia?

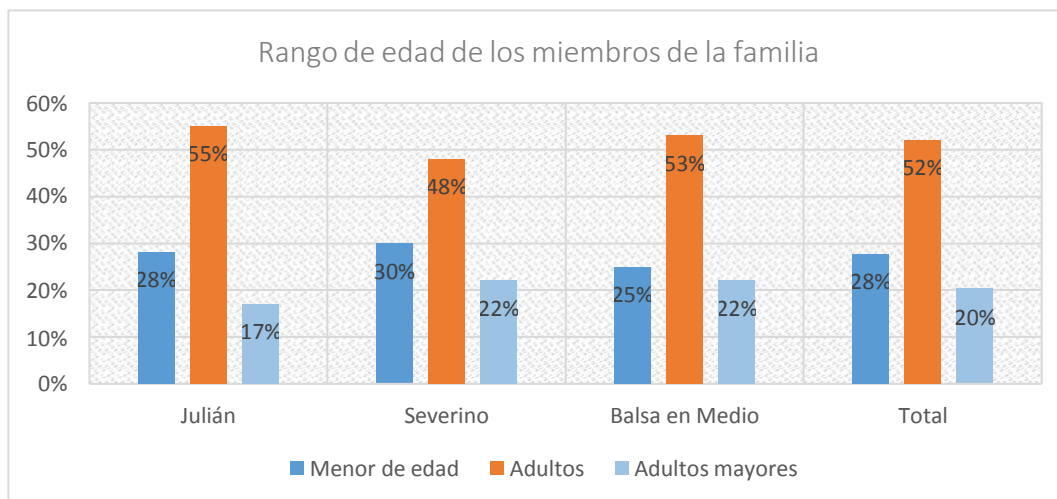


Figura N° 9. Rango de edad de los miembros de la familia.

Fuente. El Autor (2017).

Se definió que los hogares de las tres comunidades mantienen una tendencia parecida en cuanto a la composición de su núcleo familiar, con un 28% conformado por menores de edad, un 52% de adultos y un 20% de adultos mayores.

Ítem 7. ¿Qué usos le da al suelo?

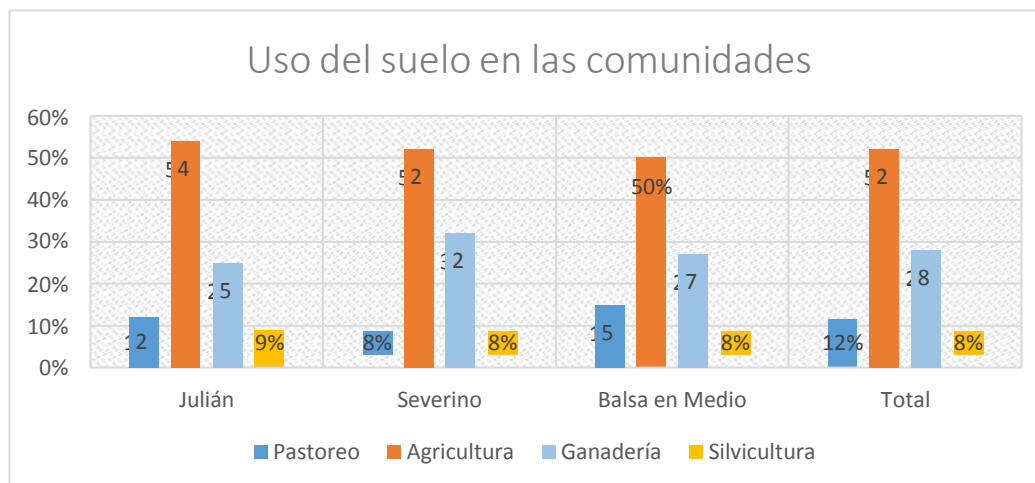


Figura N° 10. Usos del suelo en las comunidades.

Fuente. El Autor (2017).

El uso que se le da al suelo en estas comunidades está dominado principalmente por la agricultura con un 52%, seguido por la ganadería con un 28%, con porcentajes menores, también se utiliza el suelo para actividades de pastoreo con un 12%, y tan solo un 8% para actividades relacionadas con la explotación de los bosques.

La comunidad Severino es la que realiza en mayor porcentaje labores de ganadería, a la vez que realiza una menor cantidad de actividades de pastoreo. La comunidad de Balsa en medio es la que utiliza en mayor cantidad el pastoreo y en menor cantidad la agricultura.

Ítem 8. ¿Usted hace uso del agua de fuentes naturales en la microcuenca?

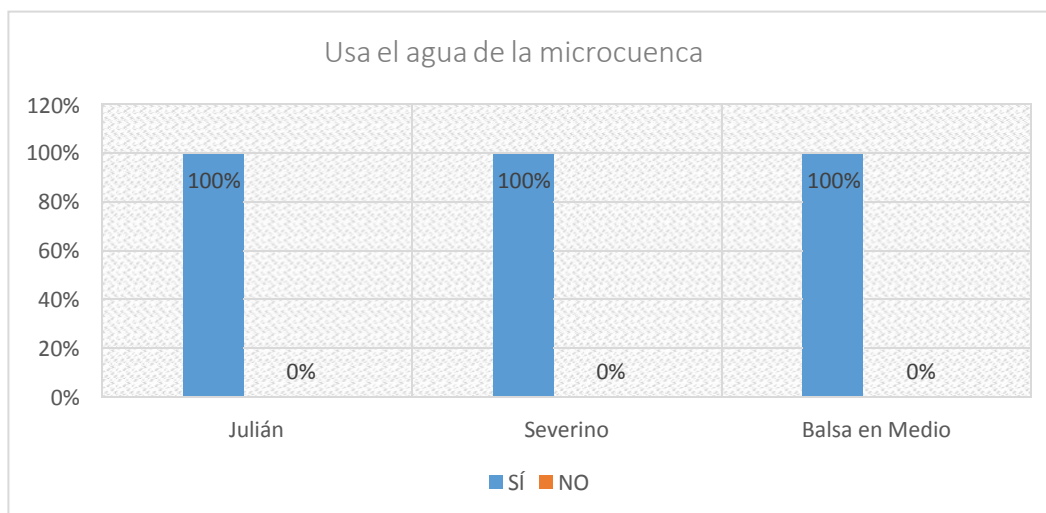


Figura N° 11. Usa el agua de la microcuenca

Fuente. El Autor (2017).

El 100% de los habitantes de las tres comunidades, respondieron afirmativamente cuando se les preguntó si empleaban agua de las fuentes naturales de la microcuenca del río Carrizal, dando fe de que el total de los habitantes de las comunidades en estudio utilizan como fuentes de abastecimiento de agua la proveniente del cuerpo de agua.

Ítem 9. ¿Cuál es el costo en medicamentos incurrido por conceptos las enfermedades estudiadas?

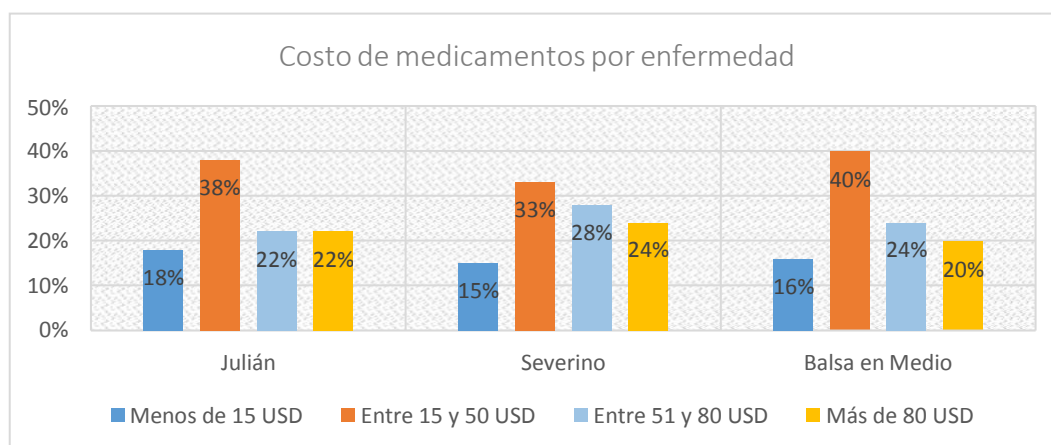


Figura N° 12. Costo de medicamentos por enfermedad.

Fuente. El Autor (2017).

Por costos médicos de enfermedad, en Julián, Severino y Balsa en Medio, el mayor porcentaje de gastos, 38%, el 33% y el 40% respectivamente, afirman que gastan entre 15 USD a 50 USD anuales; un 22%, 28% y 24% indican que gastan entre 51 y 80USD anuales; un 22%, 24% y 20% gastan más de 80 USD anuales por enfermedades; y el 18%, 15% y 16% gastan menos de 15 USD.

Ítem 10. ¿Le interesa realmente la buena calidad del agua?

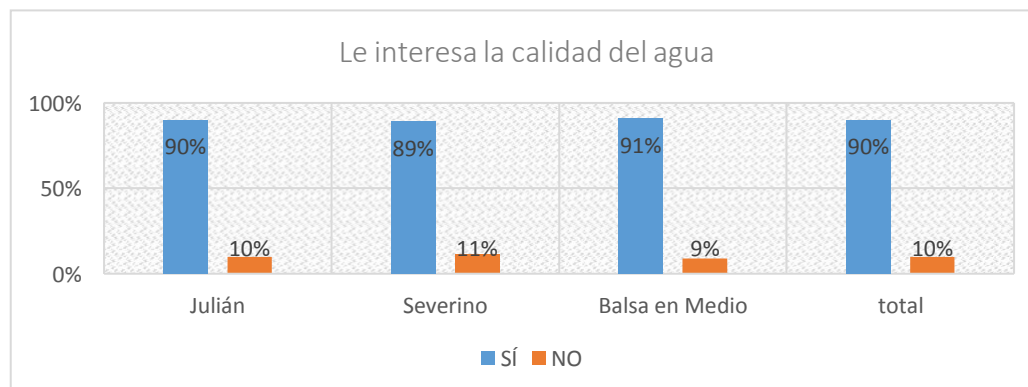


Figura N° 13. Interés en la calidad del agua.

Fuente. El Autor (2017).

La gran mayoría del 90% de los habitantes de estas tres comunidades, afirman que le interesa la buena calidad del agua. Mientras que tan solo indican que no le interesa.

Ítem 11. ¿Le da tratamiento al agua para consumo humano?

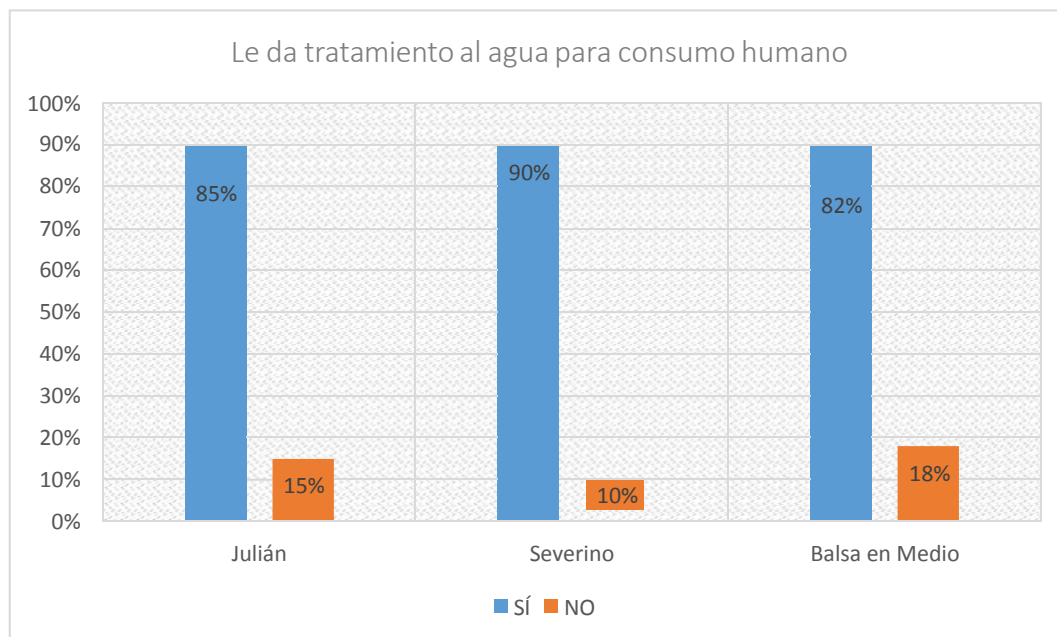


Figura N° 14. ¿Le da tratamiento al agua para consumo humano?

Fuente. El Autor (2017).

En las tres comunidades, la mayoría de habitantes conformados por un 85% en Julián, un 90% en Severino y el 82% en Balsa en Medio, le dan al agua un tratamiento previo al consumo humano, el cual incluye hervir el agua o tratamientos químicos como la adición de cloro o la exposición a radiación solar.

Una minoría de habitantes del 15% en Julián, 10% en Severino y 18% en Balsa en Medio consumen el agua directamente de las albarradas del río.

Ítem 12. ¿Está dispuesto a pagar por el servicio de agua, si se mejora su calidad?

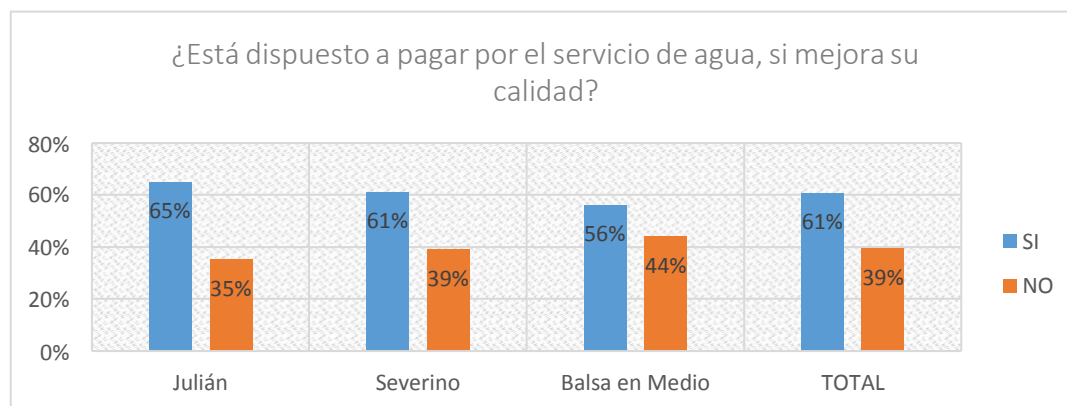


Figura N° 15. Disponibilidad para pagar por el servicio de agua.
Fuente. El Autor (2017).

El 61% de habitantes de las tres comunidades están dispuestos a pagar por el servicio del agua, mientras que el 39% indica que no está dispuesto o que no cuenta con los recursos para pagar. La comunidad que presenta menor disponibilidad a pagar por el servicio de agua es la comunidad de Balsa en medio, seguido por Severino y los habitantes de Julián son los que están mayormente dispuestos a pagar por el servicio.

Ítem 13. ¿Con qué tipo de servicios básicos cuentan?

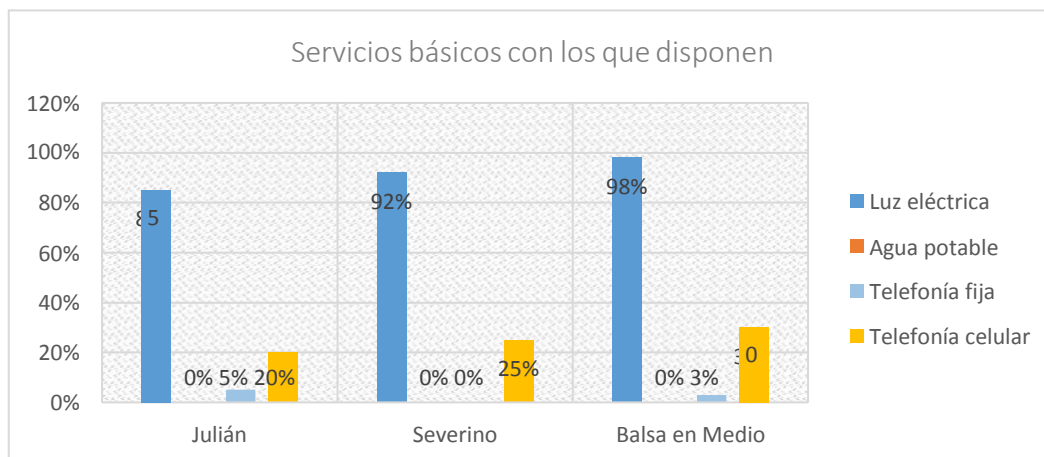


Figura N° 16. Servicios básicos con los que disponen.

Fuente. El Autor (2017).

Las tres comunidades: Julián, Severino y Balsa en Medio cuentan con energía eléctrica como su principal servicio, ya que el 85% en Julián, el 92% en Severino y el 98% en Balsa en Medio dispone de este servicio. La telefonía celular también está presente, aunque en menor porcentaje con el 20% en Julián, 25% en Severino y el 30% en Balsa en medio. La telefonía fija en cambio está disponible en muy pocos hogares.

Evidentemente, las características socioeconómicas de los comunitarios pueden influenciar negativamente en la implementación de la propuesta que se realice, a pesar de los beneficios que la misma aportaría a la población.

4.1.4 Nivel de pobreza en las comunidades en estudio

Cuadro N°240. Nivel de pobreza según las NBI

| Pobreza por NBI | Frecuencia de familias con negatividad en el aspecto | Porcentajes (85 como total) |
|----------------------------|--|-----------------------------|
| Capacidad económica | 79 | 93 |
| Acceso a Educación Básica | 62 | 73 |
| Acceso a vivienda | 71 | 84 |
| Acceso a servicios básicos | 68 | 80 |
| Hacinamiento | 81 | 95 |
| Media | | 85 |
| Desviación estándar | | 9,14 |

Fuente. El Autor (2017).

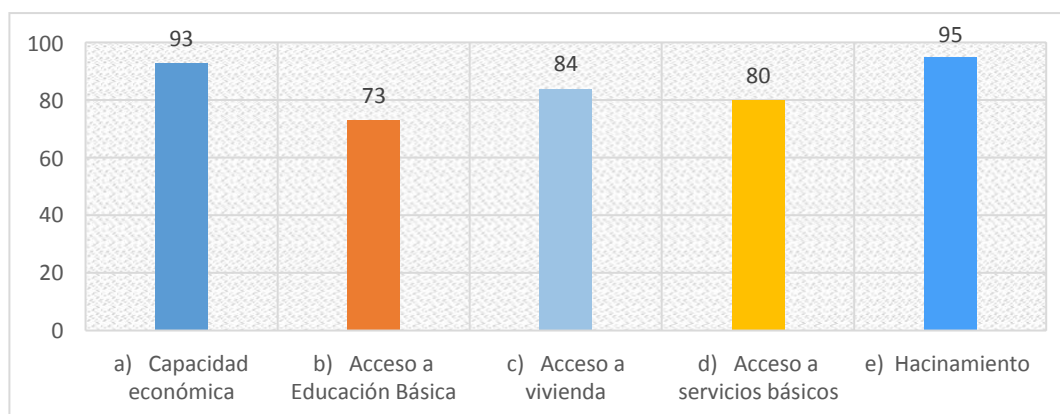


Figura N° 17. Nivel de pobreza según las Necesidades Básicas Insatisfechas.
Fuente. El Autor (2017)

En el Cuadro N° 23 y gráfico de la Figura N° 17 se presentan los datos relacionados con los niveles de pobreza, atendiendo a cinco NBI. El hacinamiento y la capacidad económica con 93 y 95% respectivamente, son las mayores negatividades, siguiéndoles el acceso a la vivienda (84%), acceso a servicios básicos (80%) y, acceso a la Educación Básica (73%).

Estas negatividades presentan valores medios del 85% con desviación estándar de 9,14%; lo que indica que los diferentes valores de las cinco NBI, no se encuentran significativamente dispersos alrededor de la media. Es evidente que, existió un nivel de pobreza significativo durante el año 2016, en lo referido a las tres comunidades bajo estudio, de la microcuenca alta del río Carrizal.

4.2 Caracterización física y química del agua de las localidades de Severino, Julián y Balsa en Medio del Ecuador, tratadas con microorganismos y filtradas en zeolitas.

4.2.1 Variables físicas

4.2.1.1 Severino

En el Cuadro N° 25 y el Cuadro N° 26 se presentan los resúmenes de los valores promedios y del análisis de varianza para las variables temperatura, turbidez, sólidos totales y dureza en la localidad de Severino.

En relación a la variable temperatura, se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos a nivel de las muestras de la vertiente y del tanque; sin embargo, no hubo diferencias a nivel de las muestras de agua de consumo. Entre los EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos se detectaron diferencias significativas, donde los EM•1 + Zeolitas presentaron mayores temperaturas que los autóctonos.

Para las muestras de agua colectadas en la vertiente, la comparación entre las diferentes zeolitas usadas como filtros, detectó diferencias significativas con mayor temperatura asociada a la zeolita cubana; a nivel de tanque no se detectaron diferencias entre las zeolitas. La comparación entre la dosis de 15ml/L (más alta) de los microorganismos autóctonos versus las dosis de 10 y 5 ml/L (menores) se obtuvieron diferencias significativas a nivel de vertiente y tanque. En ambos casos, las menores dosis presentan promedios de temperatura más elevados en relación a la dosis de 15 ml/L. Entre las dosis menores también se observó diferencias, siendo que en ambos casos la menor de las dosis (5 ml/L) presentó la temperatura más elevada.

Para la variable turbidez se observaron diferencias significativas en los tres tipos de fuentes de muestreo. Al ser comparados los microorganismos eficientes comerciales, EM•1 + Zeolitas con los microorganismos autóctonos, en todos los casos, la menor turbidez estuvo asociada con los microorganismos autóctonos. La comparación entre las muestras tratadas con EM•1 + Zeolitas se obtuvo diferencias significativas entre ellas, siendo que para la zeolita ecuatoriana se obtuvo la menor turbidez. La comparación entre las dosis de los microorganismos autóctonos a nivel de tanque y consumo, se detectó diferencias significativas entre la dosis más alta y las más bajas, mientras que, en la vertiente, no hubo diferencias, la menor turbidez estuvo asociada al tratamiento con 15 ml/L. Entre las dosis menores la comparación solo fue significativa a nivel de la muestra proveniente de la vertiente, siendo que la menor turbidez ocurrió en el tratamiento con 5 ml/L del microorganismo autóctono.

En relación a la variable sólidos totales, la comparación entre los tratamientos EM•1 + Zeolitas y microorganismos autóctonos se detectaron diferencias significativas en las muestras provenientes de la vertiente y del tanque, mas no así a nivel de consumo; en ambos casos, los sólidos totales están en menor proporción en las muestras tratadas con los microorganismos autóctonos. De manera similar a la comparación señalada anteriormente, se detectó diferencias a nivel de vertiente y tanque al comparar los tipos de zeolitas constatándose que la zeolita ecuatoriana presenta el menor tenor de sólidos totales. En las tres muestras se distinguió diferencias al comparar las dosis de los autóctonos, siendo que la dosis de 15 ml/L fue la que presentó el menor nivel de sólidos totales y entre las dosis de 10 y 5 ml/L, no se observaron diferencias entre ellas en todos los niveles de muestreo.

Particular comportamiento presentó la variable física dureza, en ella, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en todos los niveles de muestreo.

Cuadro N° 25. Valores promedios de las variables físicas: temperatura (TEM), turbidez (TUR), solidos totales (SOT) y dureza total (DUR) en cada una de las fuentes de agua muestreadas en la localidad de Severino.

| | | Variables cuantificadas | | | |
|---------------------|--|--------------------------------|-------------|---------------|---------------|
| Tratamientos | | TEM | TUR | SOT | DUR |
| Vertiente | EM*1 + Zeo, Cub. | 28,48 | 8,50 | 139,75 | 138,45 |
| | EM*1 + Zeo, Ecu. | 27,18 | 3,75 | 126,00 | 150,35 |
| | \bar{X} EM*1 + Zeo | 27,83 | 6,12 | 132,87 | 144,40 |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 26,98 | 3,25 | 125,00 | 149,91 |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 24,75 | 5,25 | 132,00 | 160,19 |
| | \bar{X} | 25,86 | 4,25 | 128,50 | 155,05 |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 24,65 | 3,25 | 104,50 | 139,12 |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 25,46 | 3,91 | 120,50 | 149,74 |
| Tanque | EM*1 + Zeo, Cub. | 28,93 | 8,00 | 141,00 | 138,54 |
| | EM*1 + Zeo, Ecu. | 30,18 | 4,75 | 127,25 | 150,99 |
| | \bar{X} EM*1 + Zeo | 29,55 | 6,37 | 134,12 | 144,76 |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 29,85 | 5,25 | 124,25 | 150,39 |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 25,85 | 4,50 | 133,50 | 150,11 |
| | \bar{X} | 27,85 | 4,88 | 128,88 | 150,25 |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 25,45 | 3,25 | 112,00 | 135,35 |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 27,05 | 4,33 | 123,25 | 145,28 |
| Consumo | EM*1 + Zeo, Cub. | 28,85 | 7,50 | 139,75 | 138,52 |
| | EM*1 + Zeo, Ecu. | 32,10 | 4,75 | 124,50 | 151,13 |
| | \bar{X} EM*1 + Zeo | 30,47 | 6,12 | 132,12 | 144,82 |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 30,50 | 4,75 | 128,00 | 150,41 |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 28,48 | 5,00 | 139,50 | 159,75 |
| | \bar{X} | 29,49 | 4,88 | 133,75 | 155,08 |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 25,50 | 3,00 | 113,25 | 137,97 |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 28,16 | 4,25 | 126,91 | 149,37 |

Zeo., Cub: Zeolita Cubana. Zeo., Ecu: Zeolita Ecuatoriana. ®EM*1: Microorganismos eficientes: \bar{X} Valores promedios

Cuadro N° 26. Resumen del análisis de varianza para las variables físicas, temperatura (TEM), turbidez (TUR), solidos totales (SOT) y dureza total (DUR) en cada una de las fuentes de agua muestreadas en la localidad de Severino.

| Fuente de variación | | Gl | Cuadrados Medios | | | |
|---------------------|---|----|---------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| | | | TEM | TUR | SOT | DUR |
| Vertiente | EM•1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 26,89** | 23,41** | 735,08** | 136,70 ^{ns} |
| | EM•1 + Zeo. Ecu vs EM•1 + Zeo. Cub. | 1 | 3,38* | 45,13** | 378,13** | 283,22 ^{ns} |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 3,92* | 2,67 ^{ns} | 1536** | 6,77,13 ^{ns} |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 9,90** | 8,0* | 98 ^{ns} | 211,15 ^{ns} |
| | Bloque | 3 | 1,40 | 2,27 | 128,05 | 663,21 |
| | Error | 12 | 0,47 | 1,60 | 36,8 | 182,06 |
| | CV (%) | | 2,60 | 26,35 | 4,84 | 9,14 |
| Tanque | EM•1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 30,0** | 20,01** | 567,68** | 1,29 ^{ns} |
| | EM•1 + Zeo. Ecu vs EM•1 + Zeo. Cub. | 1 | 3,13 ^{ns} | 21,13** | 378,13* | 310,01 ^{ns} |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 15,36* | 7,04* | 759,38** | 591,93 ^{ns} |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 32,0** | 1,13 ^{ns} | 171,13 ^{ns} | 0,15 ^{ns} |
| | Bloque | 3 | 7,09 | 0,58 | 48,93 | 742,19 |
| | Error | 12 | 2,99 | 0,96 | 50,64 | 206,81 |
| | CV (%) | | 6,16 | 19,01 | 5,58 | 9,91 |
| Consumo | EM•1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 25,76 ^{ns} | 16,88** | 130,21 ^{ns} | 99,70 ^{ns} |
| | EM•1 + Zeo. Ecu vs EM•1 + Zeo. Cub. | 1 | 21,30 ^{ns} | 15,13** | 456,13 ^{ns} | 318,02 ^{ns} |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 42,40 ^{ns} | 9,38* | 1120,67** | 780,79 ^{ns} |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 08,20 ^{ns} | 0,13 ^{ns} | 264,50 ^{ns} | 174,38 ^{ns} |
| | Bloque | 3 | 47,35 | 0,53 | 10,13 | 1258,55 |
| | Error | 12 | 9,17 | 1,01 | 118,09 | 180,04 |
| | CV (%) | | 10,41 | 20,74 | 8,42 | 9,09 |

Gl: Grados de libertad. ®EM•1: Microorganismos eficientes. Zeo: Zeolitas. Mic. Aut: Microorganismos autóctonos. Zeo., Cub: Zeolita Cubana. Zeo., Ecu: Zeolita Ecuatoriana. CV (%): porcentaje de coeficiente de variación.

4.2.1.2 Julián

Los resultados de las variables físicas se presentan en términos de valores promedios (Cuadro N° 27) en cada fuente de agua muestreada y su respectivo resumen de ANAVA (Cuadro N° 28), destacándose que la variable temperatura (TEM), no mostró diferencias significativas entre comparaciones de tratamientos, en ninguno de los puntos de muestreo evaluados.

En el caso de la variable turbidez (TUR), la comparación inicial entre EM1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos detectó diferencias significativas en todos los niveles de muestreo, siendo que los menores tenores de la variable están asociados con los microorganismos autóctonos. Al comparar los tipos de zeolitas en todos los casos, se obtuvo diferencia significativa con menor turbidez asociada a la zeolita ecuatoriana. Las comparaciones entre dosis de microorganismos autóctonos solo detectaron diferencias significativas a nivel de vertiente y del tanque, donde los menores valores están asociados a la dosis de 15 ml/L; mientras que, al comparar entre las dosis menores no se observó diferencia significativa alguna.

Para la variable sólidos totales (SOT), la comparación entre los tratamientos EM1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos arrojó diferencias significativas en todas las muestras evaluadas, los menores valores están asociados a los microorganismos autóctonos. Entre los tipos de zeolitas las diferencias significativas fueron observadas únicamente a nivel de vertiente, donde los menores valores de SOT se asocian con la zeolita ecuatoriana. De la misma manera se detectó a nivel de vertiente diferencias significativas entre las dosis de microorganismos autóctonos, donde los menores tenores corresponden a la dosis de 15 ml/L; entre las dosis menores las diferencias significativas presentes en todos los niveles de muestreo, señalan que la dosis de 10 ml/L presenta los menores valores de SOT.

Cuadro N° 27. Valores promedios de las variables físicas, temperatura (TEM), turbidez (TUR), solidos totales (SOT) y dureza total (DUR) en cada una de las fuentes de agua muestreadas en la localidad de Julián.

| | | Variables cuantificadas | | | |
|--------------|----------------------|-------------------------|-------------|---------------|---------------|
| Tratamientos | | TEM | TUR | SOT | DUR |
| Vertiente | EM•1 + Zeo, Cub. | 27,03 | 8,50 | 283,00 | 133,10 |
| | EM•1 + Zeo, Ecu. | 25,18 | 5,50 | 247,50 | 132,45 |
| | X̄ EM•1 + Zeo | 26,10 | 7,00 | 265,25 | 132,78 |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 24,98 | 5,00 | 246,25 | 133,70 |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 24,30 | 5,00 | 129,00 | 140,21 |
| | X̄ | 24,64 | 5,00 | 187,63 | 136,96 |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 25,10 | 4,25 | 106,50 | 130,45 |
| | X̄ Mic., Aut. | 24,79 | 4,75 | 160,58 | 134,79 |
| Tanque | EM•1 + Zeo, Cub. | 27,23 | 7,25 | 281,00 | 133,35 |
| | EM•1 + Zeo, Ecu. | 27,55 | 5,25 | 245,00 | 132,82 |
| | X̄ EM•1 + Zeo | 27,36 | 6,25 | 263,00 | 133,08 |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 27,10 | 5,50 | 241,25 | 131,55 |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 25,50 | 4,50 | 129,50 | 135,50 |
| | X̄ | 26,45 | 5,00 | 185,38 | 133,53 |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 25,70 | 3,25 | 114,25 | 128,00 |
| | X̄ Mic., Aut. | 26,20 | 4,42 | 161,67 | 131,68 |
| Consumo | EM•1 + Zeo, Cub. | 26,70 | 8,25 | 386,75 | 142,00 |
| | EM•1 + Zeo, Ecu. | 26,75 | 6,00 | 297,75 | 146,69 |
| | X̄ EM•1 + Zeo | 26,73 | 7,13 | 340,25 | 144,34 |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 26,50 | 5,50 | 294,63 | 144,39 |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 26,55 | 5,00 | 148,75 | 140,41 |
| | X̄ | 26,53 | 5,25 | 221,69 | 142,20 |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 25,70 | 2,50 | 112,25 | 125,35 |
| | X̄ Mic., Aut. | 26,25 | 4,33 | 185,21 | 136,72 |

Zeo., Cub: Zeolita Cubana. Zeo., Ecu: Zeolita Ecuatoriana. ®EM•1: Microorganismos eficientes. X̄: Valores promedios

Cuadro N° 28. Resumen del análisis de varianza para las variables físicas, temperatura (TEM), turbidez (TUR), solidos totales (SOT) y dureza total (DUR) en cada una de las fuentes de agua muestreadas en la localidad de Julián.

| | Fuente de variación | Gl | TEM | Cuadrados Medios | | |
|-----------|---|----|---------------------|---------------------|------------------------|----------------------|
| | | | | TUR | SOT | DUR |
| Vertiente | EM•1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 1,08 ^{ns} | 37,41** | 115382,01** | 279,26 ^{ns} |
| | EM•1 + Zeo. Ecu vs EM•1 + Zeo. Cub. | 1 | 0,01 ^{ns} | 10,13** | 14450,00** | 43,90 ^{ns} |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 1,82 ^{ns} | 20,17** | 31937,51** | 774,98 * |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 0,005 ^{ns} | 0,50 ^{ns} | 42559,03** | 31,60 ^{ns} |
| | Bloque | 3 | 2,53 | 0,55 | 303,21 | 146,78 |
| | Error | 12 | 0,40 | 2,05 | 339,00 | 86,38 |
| | CV (%) | | 2,38 | 13,61 | 7,45 | 6,65 |
| Tanque | EM•1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 6,77 ^{ns} | 16,13** | 49288,53** | 9,40 ^{ns} |
| | EM•1 + Zeo. Ecu vs EM•1 + Zeo. Cub. | 1 | 0,21 ^{ns} | 8,00* | 2592,00 ^{ns} | 0,57 ^{ns} |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 1,50 ^{ns} | 8,17* | 13490,04 ^{ns} | 81,40 ^{ns} |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 7,22 ^{ns} | 2,00 ^{ns} | 24976,13* | 31,20 ^{ns} |
| | Bloque | 3 | 3,06 | 1,65 | 3360,67 | 194,77 |
| | Error | 12 | 1,97 | 1,61 | 3720,21 | 139,90 |
| | CV (%) | | 5,26 | 24,63 | 30,08 | 8,94 |
| Consumo | EM•1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 8,22 ^{ns} | 24,30* | 52584,53** | 19,41 ^{ns} |
| | EM•1 + Zeo. Ecu vs EM•1 + Zeo. Cub. | 1 | 6,84 ^{ns} | 18,00* | 2520,50 ^{ns} | 0,85 ^{ns} |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 0,57 ^{ns} | 1,50 ^{ns} | 17550,04 ^{ns} | 112,93 ^{ns} |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 0,91 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 27495,13* | 84,76 ^{ns} |
| | Bloque | 3 | 2,07 | 0,05 | 4525,38 | 118,49 |
| | Error | 12 | 1,93 | 2,72 | 3930,55 | 50,27 |
| | CV (%) | | 5,49 | 29,17 | 30,97 | 5,29 |

Gl: Grados de libertad. ®EM•1: Microorganismos eficientes. Zeo: Zeolitas. Mic. Aut: Microorganismos autóctonos. Zeo., Cub: Zeolita Cubana. Zeo., Ecu: Zeolita Ecuatoriana. CV (%): porcentaje de coeficiente de variación.

Para la variable dureza, solo se observó diferencia significativa a nivel de la muestra proveniente de la vertiente, únicamente en la comparación entre la dosis alta de microorganismos autóctonos y las más bajas, siendo que los menores valores de dureza se asocian con la dosis de 15 ml/L.

4.2.1.3 Balsa en Medio

Los Cuadros N° 29 y N° 30 presentan los valores promedios y el resumen del análisis de varianza; respectivamente, de las variables físicas temperatura, turbidez, solidos totales y dureza para la localidad Balsa en Medio, las cuales presentaron el siguiente comportamiento estadístico:

Para la temperatura (TEM), solo se obtuvo diferencias significativas a nivel de vertiente. En la comparación de los microorganismos eficientes (comerciales) (EM•1 + Zeolitas) en relación a los microorganismos autóctonos las diferencias indican que las mayores temperaturas estuvieron asociadas al EM•1 + Zeolitas. No se detectaron diferencias entre las zeolitas utilizadas; sin embargo, ocurrieron diferencias significativas entre la dosis mayor y las menores de los autóctonos, siendo que las mayores temperaturas estuvieron asociadas a las menores dosis (10 y 5 ml/L) y entre ellas no se detectan diferencias significativas.

En la variable turbidez (TUR) se logró diferencias significativas en las tres fuentes de agua muestreadas. La comparación entre la combinación EM•1 + Zeolitas con los microorganismos autóctonos para todos los casos la menor turbidez se asoció con los autóctonos. Entre los tipos de zeolitas en todas las fuentes de muestreo, hubo diferencias significativas, coincidiendo la menor turbidez asociada a la zeolita ecuatoriana. Entre las dosis de los autóctonos donde también hubo diferencias significativas en todas las muestras, se constata menor turbidez con la dosis de 15 ml/L, mientras que entre las dosis menores no se detectaron diferencias.

Para los sólidos totales (SOT), se detectaron diferencias significativas en todos los niveles de muestreo para todos los tratamientos evaluados. Entre los microorganismos eficientes comerciales combinados con filtrado en zeolitas y los microorganismos autóctonos las diferencias señalan que los menores valores de SOT estuvieron asociados a los autóctonos. En la comparación entre las zeolitas para todos los casos las menores proporciones de sólidos totales estuvieron asociados a la zeolita ecuatoriana. Dentro de las dosis de los autóctonos para todos los casos los menores valores de la variable se relacionan con la dosis de 15 ml/L. Entre las dosis menores los menores tenores de sólidos totales están asociados a la dosis de 10 ml/L.

Para la dureza del agua (DUR) la comparación de los tratamientos con EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos solo se obtuvo diferencias significativas a nivel de consumo siendo que los menores tenores de dureza se asocian a los autóctonos. Entre las zeolitas no hubo diferencias significativas en ninguna de las muestras; sin embargo, la comparación entre las dosis de los autóctonos solo se detectó diferencias a nivel del tanque donde el tratamiento con 15 ml/L presentó el menor tenor de dureza. Entre las dosis menores de los autóctonos se detectó diferencias a nivel de la vertiente y de consumo, siendo que los menores tenores de dureza correspondieron a las dosis de 10 ml/L.

En términos generales, en todas las localidades las variables físicas evaluadas cumplen con las normativas aplicables a las condiciones de calidad de agua de consumo y cuerpos de agua dulce vigentes en Ecuador, estipuladas en las normas NTE INEN 1108 (2014) (Agua potable para consumo humano) y NTE INEN 2200 (2017) (Agua purificada envasada y agua purificada mineralizada envasada), a excepción de la variable turbidez, la cual excede los límites permisibles en todas las localidades y en todas las fuentes de agua muestreadas.

Cuadro N° 29. Valores promedios de las variables físicas, temperatura (TEM), turbidez (TUR), solidos totales (SOT) y dureza total (DUR) en cada una de las fuentes de agua muestreadas en la localidad de Balsa en Medio.

| | | Variables cuantificadas | | | |
|--------------|--|-------------------------|-------------|---------------|---------------|
| Tratamientos | | TEM | TUR | SOT | DUR |
| Vertiente | EM•1 + Zeo, Cub. | 27,90 | 9,00 | 386,25 | 140,30 |
| | EM•1 + Zeo, Ecu. | 28,25 | 5,75 | 298,75 | 145,0 |
| | \bar{X} EM•1 + Zeo | 28,08 | 7,38 | 342,50 | 142,68 |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 27,50 | 5,50 | 290,00 | 142,56 |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 26,33 | 4,75 | 140,00 | 130,44 |
| | \bar{X} | 26,91 | 5,13 | 215,00 | 136,50 |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 25,25 | 2,75 | 106,00 | 132,89 |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 26,36 | 4,33 | 178,67 | 135,29 |
| Tanque | EM•1 + Zeo, Cub. | 26,70 | 8,25 | 382,75 | 142,00 |
| | EM•1 + Zeo, Ecu. | 26,75 | 6,00 | 295,75 | 146,69 |
| | \bar{X} EM•1 + Zeo | 26,73 | 7,17 | 340,25 | 144,34 |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 26,50 | 5,50 | 294,63 | 144,39 |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 26,50 | 5,00 | 148,75 | 140,41 |
| | \bar{X} | 26,53 | 5,25 | 221,69 | 142,40 |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 25,70 | 2,50 | 112,25 | 125,35 |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 26,25 | 4,33 | 185,21 | 136,72 |
| Consumo | EM•1 + Zeo, Cub. | 26,68 | 8,75 | 388,25 | 139,95 |
| | EM•1 + Zeo, Ecu. | 27,25 | 5,75 | 303,25 | 144,60 |
| | \bar{X} EM•1 + Zeo | 26,96 | 7,25 | 345,75 | 142,28 |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 26,25 | 6,00 | 290,81 | 144,60 |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 26,28 | 4,50 | 141,00 | 120,50 |
| | \bar{X} | 26,26 | 5,25 | 215,91 | 132,55 |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 25,80 | 2,50 | 114,25 | 127,97 |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 26,11 | 4,33 | 182,02 | 131,02 |

Zeo., Cub: Zeolita Cubana. Zeo., Ecu: Zeolita Ecuatoriana. ®EM•1: Microorganismos eficientes. \bar{X} : Valores promedios

Cuadro N° 30. Resumen del análisis de varianza para las variables físicas, temperatura (TEM), turbidez (TUR), solidos totales (SOT) y dureza total (DUR) en cada una de las fuentes de agua muestreadas en la localidad de Balsa en Medio.

| | Fuente de variación | Gl | Cuadrados Medios | | | |
|-----------|---|----|------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| | | | TEM | TUR | SOT | DUR |
| Vertiente | EM•1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 14,15** | 44,41** | 128838,5** | 261,49 ^{ns} |
| | EM•1 + Zeo. Ecu vs EM•1 + Zeo. Cub. | 1 | 0,34 ^{ns} | 21,13** | 15312,50** | 45,13 ^{ns} |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 10,21** | 15,04** | 31682,67** | 34,61 ^{ns} |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 3,83 ^{ns} | 1,13 ^{ns} | 45000** | 293,79* |
| | Bloque | 3 | 3,66* | 0,98 ^{ns} | 631,73 ^{ns} | 108,51 ^{ns} |
| | Error | 12 | 0,72 | 0,86 | 355,69 | 59,07 |
| | CV (%) | | 3,14 | 16,69 | 7,72 | 5,56 |
| Tanque | EM•1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 1,08 ^{ns} | 37,41** | 115382,01** | 279,26 ^{ns} |
| | EM•1 + Zeo. Ecu vs EM•1 + Zeo. Cub. | 1 | 0,01 ^{ns} | 10,13** | 14450,00** | 43,90 ^{ns} |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 1,82 ^{ns} | 20,17** | 31937,51** | 774,98* |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 5,0x10 ^{-3ns} | 0,50 ^{ns} | 42559,03** | 31,60 ^{ns} |
| | Bloque | 3 | 2,53** | 2,05* | 303,21 ^{ns} | 146,78 ^{ns} |
| | Error | 12 | 0,40 | 0,55 | 339,00 | 86,38 |
| | CV (%) | | 2,38 | 13,61 | 7,45 | 6,65 |
| Consumo | EM•1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 3,50 ^{ns} | 40,83** | 128674,75** | 607,68* |
| | EM•1 + Zeo. Ecu vs EM•1 + Zeo. Cub. | 1 | 0,66 ^{ns} | 18,00** | 14450** | 43,25 ^{ns} |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 0,57 ^{ns} | 20,17** | 27557,32** | 55,94 ^{ns} |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 1,2x10 ^{-3ns} | 4,50 ^{ns} | 44887,57** | 1161,62** |
| | Bloque | 3 | 1,60 ^{ns} | 0,60 ^{ns} | 418,75 ^{ns} | 203,95 ^{ns} |
| | Error | 12 | 0,75 | 1,64 | 234,95 | 83,77 |
| | CV (%) | | 3,28 | 23,30 | 6,19 | 6,75 |

Gl: Grados de libertad. ®EM•1: Microorganismos eficientes. Zeo: Zeolitas. Mic. Aut: Microorganismos autóctonos. Zeo., Cub: Zeolita Cubana. Zeo., Ecu: Zeolita Ecuatoriana. CV (%): porcentaje de coeficiente de variación.

En el caso de las variables temperatura, sólidos totales y dureza se obtuvo una tendencia clara en el mejoramiento de las propiedades del agua cuando se utilizan microorganismos autóctonos y en segundo orden estaría la utilización de la zeolita ecuatoriana como material filtrante. En cuanto a la eficiencia de las dosis de microorganismos autóctonos, la tendencia fue en orden decreciente de las dosis, donde la dosis de 15 ml/L resultó ser la más eficiente.

La variable temperatura presentó poca variación bajo las condiciones evaluadas, con valores que oscilan entre 25 y 30°C, sin alteraciones superiores a 5°C como consecuencia de los tratamientos aplicados, lo cual se ajusta a lo recomendado por Mejía (2015). Estos valores oscilan de igual forma que los valores de las temperaturas ambientales de la zona de experimentación, ubicada dentro de la franja tropical, lo cual es consistente con los resultados obtenidos por Vera *et al.*, (2016) para zonas áridas.

Por su parte, Pérez-Díaz *et al.*, (2016) señalan que la temperatura influye fuertemente en el proceso de adsorción metales pesados en lechos filtrantes, lo que ha sido demostrado por los valores de las constantes de velocidad y de las energías de activación en los ensayos realizados. Además, la temperatura está estrechamente interrelacionada con el oxígeno disuelto y la DBO y por consiguiente con la diversidad de especies acuáticas; las bacterias y microorganismos se desarrollan rápidamente en aguas calientes, a temperaturas frías la concentración de oxígeno disuelto es más alta y la posibilidad de supervivencia de las especies acuáticas es mayor (Sardiñas-Peña *et al.*, 2006).

Los sólidos totales están asociados a las sales disueltas en una muestra de agua después de la remoción de sólidos suspendidos. El rango de variación obtenido se ubicó entre 100 y 141 mg/dm³, muy por debajo de los valores establecidos por la norma NTE INEN 2200 (2017). Baque-Mite *et al.* (2016) también encontraron valores dentro de los rangos de aceptabilidad de calidad ambiental para el cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador.

La dureza está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio. Generalmente provoca un sabor indeseable al agua potable. Debido a los bajos niveles de dureza registrados en los muestreos, que variaron entre 130 y 160 mg/dm³ se puede considerar que el agua de la microcuenca del río Carrizal se clasifica como suave, siendo esto beneficioso, puesto que su tratamiento no representa altos costos ni genera problemas por incrustaciones en las tuberías de distribución. Los valores son inferiores al límite permisible de 300 mg/dm³. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Puglla (2017) para la microcuenca Yaguaimi en Ecuador.

La turbidez representa la capacidad del material suspendido en el agua para impedir el paso de la luz, está causada por la presencia de material coloidal en suspensión, bien sea de origen orgánico o inorgánico, como arcilla, materia orgánica e inorgánica, plancton y microorganismos. Los valores obtenidos durante la evaluación fluctuaron entre 3 y 8,5 unidades nefelométricas de turbidez y superaron los límites permisibles de 1 NTU.

La Figura N° 18 muestra la comparación de los tratamientos evaluados en la corrección de la turbidez de las aguas de las diferentes fuentes, destacándose que ninguno de los tratamientos logró corregir esta variable a los límites permisibles de la norma NTE INEN 2200 (2017). Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de microorganismos autóctonos eficientes en dosis de 15 ml/L (contraste 3), aplicados a nivel de tanque y a nivel de consumo, reduciendo los niveles de turbidez a valores cercanos a 2 NTU, independientemente de la localidad evaluada.

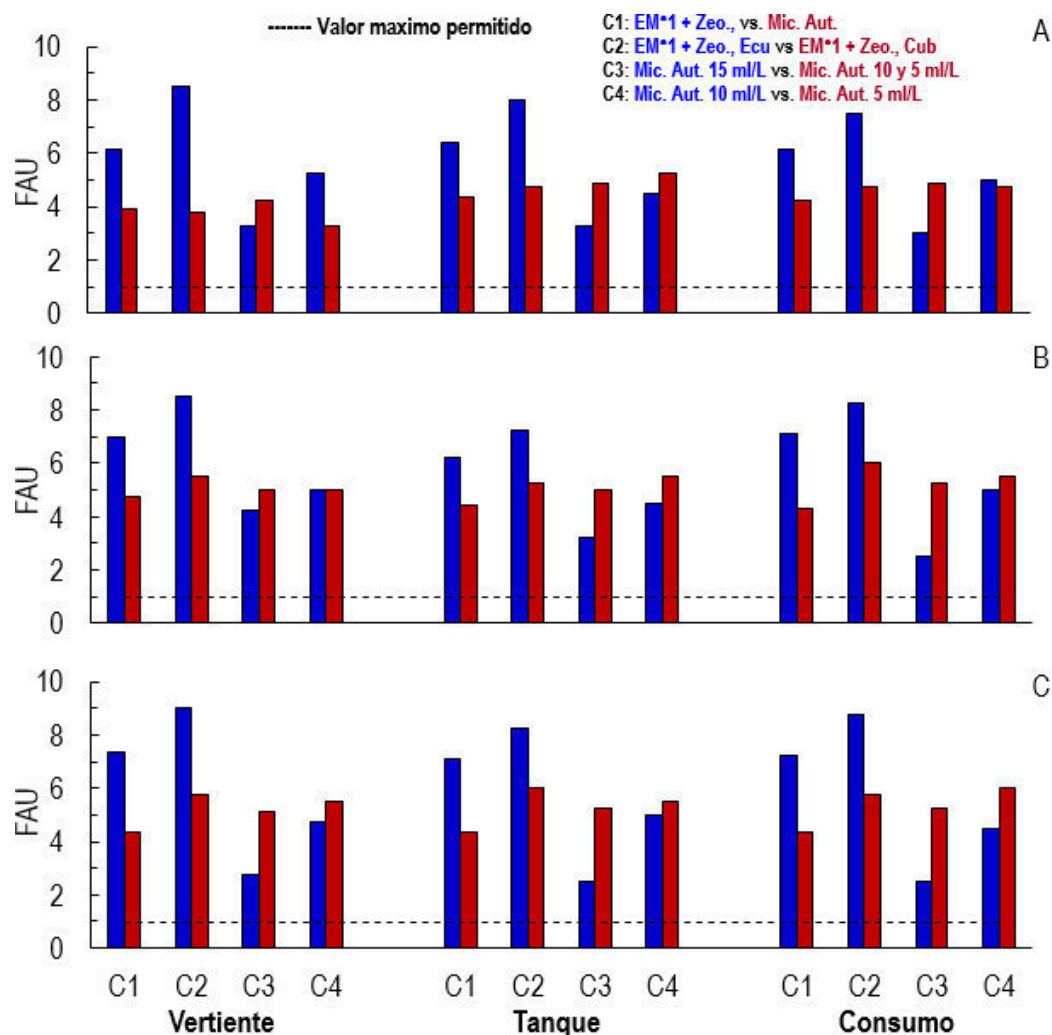


Figura N° 18. Promedio de los contrastes (C1, C2, C3 y C4) para la variable Turbidez en cada una de las fuentes muestreadas en las localidades de Severino (A), Julián (B) y Balsa en Medio (C).

Estos resultados podrían estar asociados al tiempo entre la aplicación de los tratamientos y el momento de ejecución de las evaluaciones. Marco *et al.*, (2004) señalan que las partículas mayores a un micrón sedimentan espontáneamente, mientras que la velocidad de sedimentación de las partículas pequeñas (menores al micrón de diámetro) es muy baja, por lo que requieren tratamiento para lograrla en tiempos útiles.

Varios autores han encontrado que la turbidez tiene una fuerte correlación positiva con la cantidad de coliformes totales, tanto a la entrada como a la

salida de los filtros (Marco *et al.*, 2004; Hoff y Geldreich, 1981; Barrenechea, 2004). Por su parte, Power y Nagy (1999), hallaron que con turbidez baja (alrededor de 1 UNT) no se percibe influencia sobre la frecuencia de coliformes observados en placas.

Los resultados obtenidos concuerdan con los de Marco *et al.*, (2004), quienes evidenciaron la existencia de fallas en las etapas de clarificación y desinfección del proceso de potabilización del agua, obtenida a partir del río Uruguay y del arroyo Molino, para el abastecimiento de agua potable en la ciudad.

Tradicionalmente, la eliminación de la turbidez se lleva a cabo mediante procesos de coagulación, asentamiento y filtración. Desde el punto de vista de tratamientos orgánicos, Parra *et al.*, (2011) demostraron la efectividad del mucílago extraído de *Opuntia wentiana* en la clarificación de aguas de alta turbidez (100-200 UNT), pudiéndose emplear como coagulante primario en las plantas de tratamiento de aguas potables, con valores de remoción superiores al 70%.

La utilización de microorganismos eficientes con propósitos de reducción de turbidez ha sido poco estudiada. Luna (2006) señala que los protozoarios son los principales consumidores de las poblaciones bacterianas en los sistemas acuáticos e intervienen en la formación de flóculos sedimentables. La presencia de protozoos en sistemas de depuración biológica ayuda significativamente a la mejora de la calidad de los efluentes, reduciendo la DBO, la turbidez del medio y la cantidad de bacterias.

Canales y Sevilla (2017) encontraron mejoras significativas en la reducción de la turbidez, superiores al 95%, en un medio colonizado por EM®, asociado a la competencia por los nutrientes, la liberación de sustancias enzimáticas que secuestran minerales o vitaminas necesarias para el crecimiento de los patógenos impidiendo su crecimiento. También señalan que los microorganismos eficientes transformaron la materia orgánica liberando y sintetizando sustancias y compuestos como: aminoácidos, enzimas,

vitaminas, sustancias bioactivas, hormonas y minerales solubles, que convirtieron aguas residuales domésticas en aguas aptas para su vertido o utilización.

4.2.2 Variables químicas

4.2.2.1 Severino

Las variables químicas cuantificadas para la localidad de Severino como la DBO_5 , nitratos, fosfatos, alcalinidad, pH, conductividad eléctrica, y cloruros señaladas en los Cuadros N° 31 (Valores promedios) y N° 32 (Resumen del análisis de varianza) permiten indicar lo siguiente en relación a su comportamiento estadístico.

Para la variable demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) se observó diferencias significativas en las muestras de agua provenientes de la vertiente, del tanque y para consumo al ser comparadas con los organismos eficientes de la formulación EM•1 + Zeolitas en relación a las dosis de los microorganismos autóctonos. En todos los casos la menor proporción de DBO_5 estuvo asociada a los microorganismos autóctonos. Entre los tipos de zeolitas usadas en asociación con el microorganismo eficiente (EM•1) se observó menor DBO_5 en la zeolita ecuatoriana. Entre las dosis del microorganismo autóctono, no se observó diferencias significativas en ninguna de las muestras.

Para los nitritos (NO_3) se obtuvo diferencias significativas en todos los niveles del muestreo cuando se comparó los EM•1 + Zeolitas con los microorganismos autóctonos. Los tenores de nitratos asociados a los autóctonos siempre fueron los menores. En relación a los tratamientos con las zeolitas, de manera similar a lo anterior, también hubo diferencias entre ellas para las tres muestras evaluadas, constatándose que los menores tenores de nitritos están asociados a la zeolita ecuatoriana. La comparación entre los organismos autóctonos detectó diferencias significativas para las muestras procedentes del tanque y

para consumo donde se verificó que los menores tenores de nitritos están asociados a la dosis de 15 ml/L. Entre las dosis menores de los autóctonos solo se observó diferencias a nivel del tanque, siendo que en este caso la dosis de 10 ml/L fue la que presentó los menores tenores de nitritos.

Para la variable fosfatos (PO_4) se obtuvo diferencias significativas de los tratamientos para las tres muestras evaluadas. Al comparar los EM•1 + Zeolitas en relación a los microorganismos autóctonos, en todos los casos los menores tenores de fosfatos estuvieron asociados con los autóctonos. Para los dos tipos de zeolitas el menor nivel de fosfatos se detectó en la zeolita cubana. Entre las dosis del microorganismo autóctono, la dosis de 15 ml/L presentó los menores tenores de fosfatos a nivel de la vertiente y consumo; mientras que para el tanque fue la dosis de 5 ml/L. Entre las dosis de 10 y 5 ml/L, para la vertiente y el consumo, los menores tenores de fosfatos estuvieron asociados a la dosis de 10 ml/L, mientras que para el tanque le correspondió a la dosis de 5 ml/L.

Para la variable alcalinidad se observó diferencias significativas al comparar los EM•1 + Zeolitas en relación a los microorganismos autóctonos en todos los niveles de muestreo. Para todos los casos la menor alcalinidad estuvo asociada a los autóctonos. Entre zeolitas coinciden en todos los niveles no ocurrir diferencias entre ellas. En relación a las dosis de los autóctonos se obtuvo diferencias significativas en todos los niveles de muestreo. Al comparar la dosis más alta en relación a las menores, le correspondió a las dosis de 15 ml/L (más alta) los menores tenores de alcalinidad. Entre las dosis de 10 y 5 ml/L (menores), solo a nivel de vertiente y tanque se obtuvo diferencias significativas, siendo que, en todos los casos el menor tenor de alcalinidad le correspondió a la dosis de 10 ml/L.

En la variable pH, las tres muestras presentan diferencias significativas al ser comparadas los tratamientos EM•1 + Zeolitas en relación a los microorganismos autóctonos, con valores de pH más cercanos a la neutralidad

siempre asociados a los autóctonos. Entre las dos zeolitas solo se detectó diferencias significativas a nivel de la vertiente y del tanque, en ambos casos, los pH más cercanos a la neutralidad corresponden a la zeolita ecuatoriana. La comparación entre la dosis mayor y las menores de los autóctonos, para las tres muestras se obtuvo diferencias significativas, siendo que en todos los casos el pH más cercano a la neutralidad se vinculó a la dosis de 15 ml/L, y entre las dosis menores, de los autóctonos, solo se detectó diferencias a nivel de la muestra proveniente de la vertiente donde el valor de pH más cercano a la neutralidad estuvo asociado a la dosis de 10 ml/L.

La variable conductividad eléctrica en los tres lugares de muestreo se detectó diferencias significativas para la comparación entre los EM•1 + Zeolitas en relación a los microorganismos autóctonos, siendo que en todos los casos la menor conductividad eléctrica estuvo asociada a los autóctonos. Entre las zeolitas, hubo diferencias significativas y en todos los casos la zeolita ecuatoriana presentó el menor valor de conductividad eléctrica. Entre las dosis de los autóctonos, también hubo diferencias para todas las muestras siendo en todos los casos el menor valor de conductividad eléctrica asociado a la dosis de 15 ml/L. Entre las dosis menores solo hubo diferencias a nivel de la vertiente y del tanque donde coinciden en todo momento el menor valor de conductividad con la dosis de 10 ml/L.

En la variable cloruros se observó diferencias significativas en todas las muestras al comparar los tratamientos. Entre los EM•1 + Zeolitas en relación a las diferentes dosis de los microorganismos autóctonos, para todos los casos los menores tenores de cloruros están asociados con los autóctonos. Entre los tipos de zeolitas, los menores tenores de cloruros ocurren en la zeolita ecuatoriana. Entre las dosis de los autóctonos, los menores tenores de la variable están asociados a la dosis de 15 ml/L y entre las dosis menores, le

Cuadro N° 31. Valores promedios de las variables químicas, demanda biológica (BDO₅), nitritos (NO₃), fosfatos (PO₄), alcalinidad (ALC), potencial de hidrogeno pH, conductividad eléctrica (CE) y cloruros (CLO) en la localidad de Severino.

| Tratamientos | | Variables cuantificadas | | | | | | |
|--------------|--|-------------------------|---------------------|--------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|
| | | DBO ₅ | NO ₃ | PO ₄ | ALC | pH | CE | CLO |
| Vertiente | EM*1 + Zeo, Cub. | 3 | 1,01 (0,14) | 1,08 (2,11) | 273 | 8,50 | 0,36 | 9,56 |
| | EM*1 + Zeo, Ecu. | 2 | 1 (0,05) | 1,10 (2,68) | 250 | 7,48 | 0,26 | 8,56 |
| | \bar{X} EM*1 + Zeo | 2,5 | 1,005 (0,09) | 1,09 (2,39) | 261,5 | 7,99 | 0,31 | 9,06 |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 2 | 1 (0,043) | 1,10 (2,60) | 248 | 7,41 | 0,24 | 8,49 |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 2 | 1 (0,035) | 1,05 (1,13) | 222,58 | 7,15 | 0,22 | 6,73 |
| | \bar{X} | 2 | 1 (0,04) | 1,07 (1,86) | 235,29 | 7,28 | 0,23 | 7,61 |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 1,75 | 1 (0,025) | 1,04 (1,00) | 182,85 | 7,07 | 0,20 | 6,11 |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 1,92 | 1 (0,034) | 1,06 (1,58) | 217,81 | 7,21 | 0,22 | 7,11 |
| Tanque | EM*1 + Zeo, Cub. | 3 | 1 (0,095) | 1,09 (2,18) | 274,25 | 8,53 | 0,37 | 9,6 |
| | EM*1 + Zeo, Ecu. | 2 | 1 (0,055) | 1,11(2,80) | 253 | 7,55 | 0,27 | 8,6 |
| | \bar{X} EM*1 + Zeo | 2,5 | 1 (0,075) | 1,10 (2,49) | 263,63 | 8,04 | 0,32 | 9,1 |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 2 | 1 (0,056) | 1,04 (1,00) | 250,25 | 7,41 | 0,25 | 8,48 |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 2 | 1 (0,035) | 1,05 (1,20) | 225,15 | 7,25 | 0,23 | 7,44 |
| | \bar{X} | 2 | 1 (0,05) | 1,08 (1,94) | 237,70 | 7,33 | 0,24 | 7,96 |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 1,75 | 1 (0,030) | 1,10 (2,68) | 187,49 | 7,15 | 0,20 | 6,42 |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 1,92 | 1 (0,040) | 1,06 (1,62) | 220,96 | 7,27 | 0,23 | 7,45 |
| Consumo | EM*1 + Zeo, Cub. | 3 | 1 (0,108) | 1,09 (2,21) | 276 | 8,72 | 0,36 | 9,61 |
| | EM*1 + Zeo, Ecu. | 2 | 1 (0,065) | 1,11 (2,85) | 261,75 | 8,71 | 0,28 | 8,61 |
| | \bar{X} EM*1 + Zeo | 2,5 | 1 (0,086) | 1,10 (2,53) | 268,88 | 8,715 | 0,32 | 9,11 |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 2 | 1 (0,063) | 1,10 (2,65) | 254,50 | 7,99 | 0,26 | 8,44 |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 2 | 1 (0,037) | 1,06 (1,51) | 232,10 | 7,56 | 0,24 | 7,63 |
| | \bar{X} | 2 | 1 (0,05) | 1,08 (2,08) | 243,30 | 7,78 | 0,25 | 8,03 |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 1,75 | 1 (0,023) | 1,04 (1,00) | 183,19 | 7,05 | 0,21 | 6,10 |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 1,92 | 1 (0,041) | 1,06 (1,72) | 223,26 | 7,53 | 0,24 | 7,39 |

Zeo., Cub: Zeolita Cubana. Zeo., Ecu: Zeolita Ecuatoriana. ®EM*1: Microorganismos eficientes. \bar{X} Valores promedios

Cuadro N° 32. Resumen del análisis de varianza para las variables químicas, demanda biológica (BDO₅), nitritos (NO₃), fosfatos (PO₄), alcalinidad (ALC), potencial de hidrogeno (pH), conductividad eléctrica (CE) y cloruros (CLO) en la localidad de Severino.

En la Escuela de Gobierno.

| Fuente de variación | | | GL - | Cuadrados Medios | | | | | |
|---------------------|---|----|--------------------|------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|----------|---------|
| | | | DBO ₅ | NO ₃ | PO ₄ | ALC | pH | CE | CLO |
| Vertiente | EM•1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 1,63** | 2,7x10 ^{-5**} | 0,0044** | 9163** | 2,89** | 0,04** | 18,25** |
| | EM•1 + Zeo. Ecu vs EM•1 + Zeo. Cub. | 1 | 2,00** | 3x10 ^{-5**} | 0,0008** | 1058 ^{ns} | 2,09** | 0,02** | 2,00** |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 0,17 ^{ns} | 1x10 ^{-5ns} | 0,0027** | 7333,5** | 0,12* | 0,002** | 5,97** |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 0,00 ^{ns} | 2,5x10 ^{-5ns} | 0,0100** | 1292,6* | 0,14* | 0,0008* | 6,18** |
| | Bloque | 3 | 0,05 | 3,7x10 ⁻⁷ | 9,2x10 ⁻⁶ | 140,11 | 0,05 | 0,00099 | 0,07 |
| | Error | 12 | 0,05 | 1,3x10 ⁻⁶ | 1,5x10 ⁻⁵ | 270,10 | 0,2 | 0,00009 | 0,17 |
| | CV (%) | | 10,40 | 0,11 | 0,37 | 6,99 | 1,96 | 3,81 | 5,19 |
| Tanque | EM•1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 1,63* | 1,1x10 ^{-5**} | 0,0049** | 8736,4** | 2,82** | 0,04* | 13,09** |
| | EM•1 + Zeo. Ecu vs EM•1 + Zeo. Cub. | 1 | 2,00** | 5,9x10 ^{-6**} | 0,0009** | 903,13 ^{ns} | 1,9** | 0,02** | 2,00** |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 0,17 ^{ns} | 1,2x10 ^{-6*} | 0,0032** | 6723,4** | 0,09* | 0,0030** | 6,31** |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 0,00 ^{ns} | 1,7x10 ^{-6**} | 0,01** | 1260* | 0,05 ^{ns} | 0,0010* | 2,13** |
| | Bloque | 3 | 0,18 | 4,8x10 ⁻⁷ | 1,1x10 ⁻⁵ | 307,77 | 0,05 | 0,0011 | 0,02 |
| | Error | 12 | 0,18 | 1,4x10 ⁻⁷ | 2,1x10 ⁻⁵ | 241,26 | 0,02 | 0,00015 | 0,06 |
| | CV (%) | | 19,92 | 0,04 | 0,43 | 6,53 | 1,75 | 4,67 | 3,12 |
| Consumo | EM•1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 1,63* | 1,8x10 ^{-5*} | 0,004** | 9986,7** | 6,71** | 0,03** | 14,13** |
| | EM•1 + Zeo. Ecu vs EM•1 + Zeo. Cub. | 1 | 2,00** | 6,7x10 ^{-6*} | 0,0009* | 406,13 ^{ns} | 0,0002 | 0,01** | 2,00** |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 0,17 | 3,7x10 ^{-6*} | 0,004** | 9636,8** | 1,41* | 0,01* | 9,97** |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 0,00 | 2,6x10 ^{-6ns} | 0,003** | 1003,5 ^{ns} | 0,36 | 0,001 | 1,32* |
| | Bloque | 3 | 0,18 | 5,0x10 ⁻⁷ | 0,0002 | 398,8 | 0,49 | 0,0009 | 0,38 |
| | Error | 12 | 0,18 | 7,0x10 ⁻⁷ | 0,0001 | 272,2 | 0,17 | 0,0006 | 0,21 |
| | CV (%) | | 19,92 | 0,08 | 1,28 | 6,83 | 5,19 | 9,15 | 5,65 |

GL: Grados de libertad. ®EM•1: Microorganismos eficientes. Zeo: Zeolitas. Mic. Aut: Microorganismos autóctonos. Zeo., Cub: Zeolita Cubana. Zeo., Ecu: Zeolita Ecuatoriana. CV (%): porcentaje de coeficiente de variación.

correspondió a la de 10 ml/L los menores tenores en todos los puntos de muestreo.

4.2.2.2 Julián

Las variables químicas demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), nitritos (NO_3), fosfatos (PO_4), alcalinidad (ALC), pH, conductividad eléctrica (CE) y los cloruros (CLR) se presentan en los Cuadros N° 33 y N° 34, en términos de promedios por tratamiento en las fuentes de agua evaluadas y del resumen de sus análisis de varianza respectivamente.

Para la variable DBO_5 , se observó diferencia significativa en todas las fuentes de agua al comparar los EM•1 + Zeolitas con los microorganismos autóctonos, siendo que los menores valores de DBO_5 se asocian con los microorganismos autóctonos. Entre los tipos de zeolitas, las diferencias en todos los puntos de muestreo se asocian con menores tenores para la zeolita ecuatoriana. Las comparaciones entre dosis de microorganismos autóctonos no generaron diferencias significativas alguna, en los distintos niveles de muestreo.

La variable nitrito (NO_3), no mostró diferencias significativas entre comparación de tratamientos a nivel de vertiente. En las muestras provenientes del tanque las diferencias significativas obtenidas indican menores tenores del compuesto en el agua tratada con EM1 + Zeolita y dentro de las zeolitas evaluadas, menores tenores para la zeolita ecuatoriana. Entre las dosis de microorganismos autóctonos las diferencias se inclinan hacia la dosis de 15 ml/L con los menores tenores de NO_3 , mientras que entre las dosis menores las diferencias se asocian con menores tenores del compuesto para la dosis de 5 ml/L. A nivel del agua de consumo, las diferencias significativas señalan menores tenores de NO_3 para el tratamiento con microorganismos autóctonos y dentro de la comparación entre zeolitas, la ventaja es para la zeolita

ecuatoriana, el resto de las comparaciones de tratamientos en el agua de consumo no fueron significativamente diferentes.

Para el caso de la variable fosfatos (PO_4), solo se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos a nivel de la vertiente, donde la comparación inicial entre EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos indicó menores valores del compuesto en las muestras tratadas con EM1 + Zeolita; entre las dos zeolitas, los menores valores de PO_4 se asocian con la zeolita cubana. Entre las dosis de microorganismos autóctonos, la dosis de 15 ml/L presentó los menores tenores de fosfatos, mientras que, entre las dosis menores, la de 5 ml/L fue la de menor proporción del compuesto.

Para la alcalinidad (ALC), al igual que la variable anterior, solo se obtuvo diferencias significativas a nivel de las muestras provenientes de la vertiente. Al comparar los tratamientos EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos, las diferencias se vinculan con menor alcalinidad para las muestras tratadas con EM1 + Zeolitas, sin distinguir significativamente entre las zeolitas utilizadas. Entre las dosis de microorganismos autóctonos, los menores valores de alcalinidad estuvieron asociados a la dosis de 5 ml/L, sin diferencias entre el resto de las dosis utilizadas.

La variable pH mostró diferencias significativas, a todos los niveles de muestreo. Al comparar los EM•1 + Zeolitas con los microorganismos autóctonos, los valores de pH más cercanos a la neutralidad están asociados con los microorganismos autóctonos. La comparación entre los tipos de zeolita solo mostró diferencias significativas a nivel de tanque, con cercanía a la neutralidad asociada a la zeolita ecuatoriana. Para las comparaciones entre dosis de microorganismos autóctonos, en todos los puntos de muestreo se obtuvo diferencias significativas asociadas a niveles cercanos al neutro en la dosis de 15 ml/L y entre las dosis más bajas, la ventaja de cercanía a la neutralidad, en todos los casos estuvo asociada con la dosis de 10 ml/L.

La variable conductividad eléctrica (CE), en todos los puntos de muestreo, detectó diferencias significativas en la comparación de los tratamientos EM1 + Zeo y los microorganismos autóctonos, siendo que los menores tenores de la variable estuvieron asociados con los microorganismos autóctonos. Las comparaciones entre los tipos de zeolita, solo fueron significativas a nivel de muestras en tanque y para consumo, con niveles menores de CE asociados a la zeolita ecuatoriana. Entre dosis de microorganismos autóctonos, solo se obtuvo diferencias significativas a nivel del tanque, siendo que los menores niveles de CE se asocian con la dosis de 15 ml/L; entre las dosis de 10 y 5 ml/L no hubo diferencias estadísticas.

Para la variable cloruros (CLO), se obtuvo diferencias significativas en todos los niveles de muestreo, para la comparación entre EM1 + zeolita y los microorganismos autóctonos, siendo en todos los casos los menores tenores asociados a los microorganismos autóctonos. La comparación entre zeolitas no detectó diferencias significativas en las muestras evaluadas. Entre dosis de microorganismos autóctonos, las diferencias significativas en todos los casos se inclinan hacia la dosis de 15 ml/L, con los menores tenores de cloruros, mientras que, entre las dosis más bajas, la dosis de 10 ml/L fue la que obtuvo los menores niveles de cloruros.

4.2.2.3 Balsa en Medio

Las variables químicas cuantificadas para la localidad de Balsa en Medio como la DBO_5 , nitratos, fosfatos, alcalinidad, pH, conductividad eléctrica, y cloruros señaladas en los Cuadros N° 35 (Valores promedios) y N° 36 (Resumen del análisis de varianza) permiten indicar lo siguiente en relación a su comportamiento estadístico.

Para la DBO_5 , la comparación entre los EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos se detectó diferencias significativas en todos los niveles de muestreo, siendo que en todos los casos las menores DBO_5 estuvieron

asociadas a los autóctonos. Entre los tipos de zeolitas, también se constató diferencias significativas en todas las muestras, coincidiendo que los menores tenores de DBO_5 están asociados con la zeolita ecuatoriana. Entre las dosis de los autóctonos no se detectó diferencias significativas en ningún nivel de muestreo.

En la variable nitritos (NO_3), solo se obtuvo diferencias significativas a nivel de consumo al comparar los tratamientos EM•1+zeolitas con los microorganismos autóctonos, se constató que los menores tenores de nitritos están asociados a los autóctonos. No se verificó diferencias significativas entre las zeolitas evaluadas, ni entre las dosis de los autóctonos en ninguna de las fuentes de muestreo.

Para la variable fosfatos (PO_4) la comparación entre los EM•1 + Zeolitas con los microorganismos autónomos presentó diferencias significativas en los tres puntos de muestreo, siendo que, los menores tenores de fosfatos estuvieron asociados a los EM•1 + Zeolitas. Entre las dos zeolitas usadas para filtrar no se detectaron diferencias significativas en ningún de los lugares muestreados. La comparación entre las dosis de los autóctonos se obtuvo diferencias en todos los sitios muestreados siendo que para todos los casos los menores tenores de fosfatos se asociaron a las dosis menores y entre ellas fue la dosis de 5 ml/L la que presentó los menores tenores de fosfatos.

Para la alcalinidad (ALC) a nivel de todos los sitios de muestreo (vertiente, tanque y consumo) se detectó diferencias al comparar los EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos, donde los menores valores de alcalinidad estuvieron asociados a los EM•1 + Zeolitas. Entre las zeolitas no hubo diferencias significativas. Entre las dosis de los autóctonos no hubo diferencias entre la dosis mayor y las menores siendo que si la hubo entre las dosis menores y la que presentó menor alcalinidad fue la de 5 ml/L.

Cuadro N° 33. Valores promedios de las variables químicas, demanda biológica (BDO5), nitritos (NO3), fosfatos (PO4), alcalinidad (ALC), potencial de hidrogeno pH, conductividad eléctrica (CE) y cloruros (CLO) en la localidad de Julián.

| Tratamientos | | Variables cuantificadas | | | | | | |
|--------------|--|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------|-------------|-------------|--------------|
| | | DBO ₅ | NO ₃ | PO ₄ | ALC | pH | CE | CLO |
| Vertiente | EM*1 + Zeo, Cub. | 3 | 1,01 (0,13) | 1,03 (0,74) | 166,10 | 8,48 | 0,58 | 16,51 |
| | EM*1 + Zeo, Ecu. | 2 | 1 (0,06) | 1,04 (1) | 155,30 | 8,10 | 0,35 | 15,18 |
| | \bar{X} EM*1 + Zeo | 2,50 | 1,00 (0,09) | 1,03 (0,87) | 160,70 | 8,29 | 0,46 | 15,85 |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 2 | 1 (0,05) | 1,04 (1) | 155,32 | 8,01 | 0,32 | 15,11 |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 2 | 1 (0,04) | 1,05 (1,20) | 195,00 | 7,28 | 0,27 | 6,50 |
| | \bar{X} | 2 | 1 (0,04) | 1,05 (1,11) | 175,16 | 7,64 | 0,29 | 10,81 |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 2 | 1 (0,03) | 1,04 (1,03) | 152,78 | 7,02 | 0,18 | 5,53 |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 2 | 1,00 (0,04) | 1,04 (1,08) | 167,70 | 7,43 | 0,26 | 9,05 |
| Tanque | EM*1 + Zeo, Cub. | 3 | 1 (0,09) | 1,03 (0,75) | 167,01 | 8,50 | 0,50 | 16,67 |
| | EM*1 + Zeo, Ecu. | 2 | 1 (0,06) | 1,04 (1,03) | 158,92 | 8,07 | 0,34 | 15,09 |
| | \bar{X} EM*1 + Zeo | 2,50 | 1,00 (0,08) | 1,04 (0,89) | 162,97 | 8,29 | 0,42 | 15,88 |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 2 | 1 (0,06) | 1,04 (1) | 158,84 | 8,05 | 0,31 | 15,06 |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 2 | 1 (0,04) | 1,05 (1,10) | 215,00 | 7,38 | 0,34 | 6,60 |
| | \bar{X} | 2 | 1 (0,05) | 1,04 (1,05) | 186,92 | 7,71 | 0,33 | 10,83 |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 1,75 | 1 (0,03) | 1,04 (1) | 154,67 | 7,11 | 0,19 | 6,04 |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 1,92 | 1,00 (0,04) | 1,04 (1,03) | 176,17 | 7,51 | 0,28 | 9,23 |
| Consumo | EM*1 + Zeo, Cub. | 3 | 1 (0,06) | 1,01 (0,21) | 136,13 | 8,39 | 0,41 | 18,88 |
| | EM*1 + Zeo, Ecu. | 2 | 1 (0,05) | 1,01 (0,24) | 128,16 | 8,43 | 0,34 | 18,05 |
| | \bar{X} EM*1 + Zeo | 2,50 | 1,00 (0,05) | 1,01 (0,22) | 132,14 | 8,41 | 0,37 | 18,46 |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 2 | 1 (0,04) | 1,01 (0,23) | 128,03 | 8,45 | 0,33 | 17,78 |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 2 | 1 (0,04) | 1,05 (1,13) | 195,86 | 7,67 | 0,25 | 7,24 |
| | \bar{X} | 2 | 1 (0,04) | 1,03 (0,68) | 161,96 | 8,06 | 0,29 | 12,51 |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 2 | 1 (0,04) | 1,04 (1) | 173,76 | 7,18 | 0,20 | 6,14 |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 2 | 1,00 (0,04) | 1,03 (0,79) | 165,89 | 7,77 | 0,26 | 10,38 |

Zeo., Cub: Zeolita Cubana. Zeo., Ecu: Zeolita Ecuatoriana. ®EM*1: Microorganismos eficientes. \bar{X} Valores promedios

Cuadro N°34. Resumen del análisis de varianza para las variables químicas, demanda biológica (BDO₅), nitritos (NO₃), fosfatos (PO₄), alcalinidad (ALC), potencial de hidrogeno (pH), conductividad eléctrica (CE) y cloruro (CLO) en la localidad de Julián.

| | Fuente de variación | GL | Cuadrados Medios | | | | | | |
|-----------|---|----|------------------|-------------------------|-------------------------|------------|----------|----------|-----------|
| | | | DBO ₅ | NO ₃ | PO ₄ | ALC | pH | CE | CLO |
| Vertiente | EM*1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 1,20* | 1,4x10 ⁻⁶ ns | 2,5x10 ⁻³ ** | 5467,37** | 1,96 ** | 0,06** | 313,25** |
| | EM*1 + Zeo. Ecu vs EM*1 + Zeo. Cub. | 1 | 2,00** | 4,7x10 ⁻⁷ ns | 1,8x10 ⁻⁶ ** | 126,80ns | 0,01ns | 0,01ns | 1,36ns |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 0,001 ns | 1,2x10 ⁻⁷ ns | 4,7x10 ⁻⁴ ** | 371,31ns | 2,07** | 0,02ns | 315,77** |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 0,001ns | 9,3x10 ⁻⁸ ns | 2,7x10 ⁻³ ** | 9209,96** | 1,21** | 0,01ns | 648,84** |
| | Bloque | 3 | 0,13 | 8,8x10 ⁻⁷ | 7,2x10 ⁻⁶ | 308,27 | 0,05** | 0,01ns | 0,54 |
| | Error | 12 | 0,13 | 5,0x10 ⁻⁷ | 4,7x10 ⁻⁶ | 405,35 | 0,03 | 0,01 | 0,34 |
| | CV (%) | | 16,60 | 0,07 | 0,21 | 13,21 | 2,05 | 23,56 | 4,30 |
| Tanque | EM*1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 1,63* | 1,0x10 ⁻⁵ ** | 2,3x10 ⁻⁴ ns | 836,56 ns | 2,94** | 0,09** | 212,32 ** |
| | EM*1 + Zeo. Ecu vs EM*1 + Zeo. Cub. | 1 | 2,00** | 2,3x10 ⁻⁶ ** | 2,3x10 ⁻⁴ ns | 131,06 ns | 0,39* | 0,05* | 4,99 ns |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 0,17ns | 1,3x10 ⁻⁶ ** | 4,0x10 ⁻⁶ ns | 2773,96 ns | 0,99** | 0,05* | 61,12 * |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 0,01ns | 1,9x10 ⁻⁶ ** | 5,8x10 ⁻⁵ ns | 6309,01 ns | 0,92** | 0,001ns | 142,97 ** |
| | Bloque | 3 | 0,18 | 2,8x10 ⁻⁷ | 1,3x10 ⁻³ | 3556,05 | 0,08 | 0,01 | 15,05 |
| | Error | 12 | 0,18 | 1,3x10 ⁻⁷ | 9,8x10 ⁻⁴ | 2324,50 | 0,06 | 0,01 | 11,32 |
| | CV (%) | | 19,92 | 0,04 | 3,02 | 28,21 | 3,07 | 23,81 | 28,29 |
| Consumo | EM*1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 1,20 ** | 2,4x10 ⁻⁵ ** | 4,1x10 ⁻⁴ ns | 235,14 ns | +3,49 ** | 0,20 ** | 221,98 ** |
| | EM*1 + Zeo. Ecu vs EM*1 + Zeo. Cub. | 1 | 2,00 ** | 1,9x10 ⁻⁵ ** | 2,0x10 ⁻⁴ ns | 233,28 ns | 0,29 ns | 0,11 ** | 3,52 ns |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 0,001 ns | 9,4x10 ⁻⁷ ns | 3,7x10 ⁻⁵ ns | 1335,49 ns | 1,03+ ** | 0,03 ns | 74,38 * |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 0,001 ns | 2,1x10 ⁻⁷ ns | 1,3x10 ⁻⁴ ns | 3149,40 ns | +1,07 ** | 0,004 ns | 148,35 ** |
| | Bloque | 3 | 0,001 | 1,8x10 ⁻⁶ | 1,2x10 ⁻³ ** | 3569,44 | 0,12 | 0,01 | 15,56 |
| | Error | 12 | 0,001 | 1,3x10 ⁻⁶ | 9,2x10 ⁻⁴ ** | 2104,37 | 0,10 | 0,01 | 10,78 |
| | CV (%) | | 0,01 | 0,12 | 2,91 | 27,82 | 3,99 | 27,26 | 27,91 |

GL: Grados de libertad. ®EM*1: Microorganismos eficientes. Zeo: Zeolitas. Mic. Aut: Microorganismos autóctonos. Zeo., Cub: Zeolita Cubana. Zeo., Ecu: Zeolita Ecuatoriana. CV (%): porcentaje de coeficiente de variación.

En cuanto al pH, a todos los niveles de muestreo la comparación entre los tratamientos con EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos mostró diferencias significativas, siendo que los pH más cercanos a la neutralidad estuvieron asociados a los microorganismos autóctonos. Entre las zeolitas no se detectó diferencias significativas en ninguno de los lugares de muestreo; mientras que, entre las dosis de los autóctonos hubo diferencias significativas en todos los sitios muestreados, tal comportamiento indica que el valor de pH más cercanos al neutro le correspondió a la dosis de 15 ml/L y entre las menores dosis las diferencias obtenidas en las fuentes de muestreo se asocian a la dosis de 10 ml/L con valores de pH más cercanos al neutro.

Para la variable conductividad eléctrica (CE), se detectó diferencias significativas en los tres puntos de muestreo al comparar los EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos, siendo en todos los casos los menores tenores de conductividad eléctrica asociados a los microorganismos autóctonos. Entre las zeolitas no se detectaron diferencias significativas a ningún nivel de muestreo, similar comportamiento presento la comparación entre la dosis mayor y las menores de los autóctonos. Únicamente, se observó diferencias significativas en las menores dosis a nivel de consumo, donde la menor conductividad eléctrica estuvo asociada a la dosis de 10 ml/L.

Para la variable cloruros (CLO), la comparación entre los tratamientos con EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos presentó diferencias significativas en los tres sitios de muestreo, en todos los casos los menores tenores de cloruros están asociados a los microorganismos autóctonos. Entre las zeolitas solo se observó diferencias a nivel de la vertiente, siendo que, la zeolita ecuatoriana presentó los menores tenores de cloruros. Entre las dosis de los autóctonos en los tres sitios muestreados se detectó diferencias significativas, siendo los menores tenores de cloruros asociados a la dosis de 15 ml/L y para el caso de las menores dosis, las diferencias favorecen la dosis de 10 ml/L donde se presentaron los menores tenores.

Cuadro N° 35. Valores promedios de las variables químicas: demanda biológica (BDO₅), nitritos (NO₃), fosfatos (PO₄), alcalinidad (ALC), potencial de hidrogeno pH, conductividad eléctrica (CE) y cloruros (CLO) en la localidad de Balsa en Medio.

| Tratamientos | | Variables cuantificadas | | | | | | |
|--------------|----------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------|-------------|-------------|--------------|
| | | DBO ₅ | NO ₃ | PO ₄ | ALC | pH | CE | CLO |
| Vertiente | EM•1 + Zeo, Cub. | 3 | 1,00 (0,09) | 1,01 (0,22) | 136,17 | 8,38 | 0,43 | 18,62 |
| | EM•1 + Zeo, Ecu. | 2 | 1,00 (0,05) | 1,01 (0,19) | 128,22 | 8,55 | 0,32 | 17,82 |
| | X̄ EM•1 + Zeo | 2,50 | 1,00 (0,07) | 1,01 (0,20) | 132,19 | 8,46 | 0,38 | 18,22 |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 2 | 1,00 (0,05) | 1,01 (0,18) | 128,11 | 8,48 | 0,32 | 17,70 |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 2 | 1,00 (0,05) | 1,05 (0,18) | 180,27 | 7,60 | 0,24 | 7,37 |
| | X̄ | 2 | 1,00 (0,05) | 1,03 (0,68) | 154,19 | 8,04 | 0,28 | 12,54 |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 1,75 | 1,00 (0,03) | 1,04 (1,00) | 167,77 | 7,08 | 0,20 | 6,03 |
| | X̄ Mic., Aut. | 1,92 | 1,00 (0,05) | 1,03 (0,79) | 158,72 | 7,72 | 0,25 | 10,37 |
| Tanque | EM•1 + Zeo, Cub. | 3 | 1,00 (0,06) | 1,01 (0,21) | 136,13 | 8,39 | 0,41 | 18,88 |
| | EM•1 + Zeo, Ecu. | 2 | 1,00 (0,05) | 1,01 (0,24) | 128,16 | 8,43 | 0,34 | 18,05 |
| | X̄ EM•1 + Zeo | 2,50 | 1,00 (0,05) | 1,01 (0,22) | 132,14 | 8,41 | 0,37 | 18,46 |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 2 | 1,00 (0,04) | 1,01 (0,23) | 128,03 | 8,45 | 0,33 | 17,78 |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 2 | 1,00 (0,04) | 1,05 (1,13) | 195,89 | 7,67 | 0,25 | 7,24 |
| | X̄ | 2 | 1,00 (0,04) | 1,03 (0,68) | 161,96 | 8,06 | 0,29 | 12,51 |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 2 | 1,00 (0,04) | 1,04 (1,00) | 173,76 | 7,18 | 0,20 | 6,14 |
| | X̄ Mic., Aut. | 2,00 | 1,00 (0,04) | 1,03 (0,79) | 165,89 | 7,77 | 0,26 | 10,38 |
| Consumo | EM•1 + Zeo, Cub. | 3 | 1,00 (0,09) | 1,01 (0,19) | 136,26 | 8,35 | 0,38 | 18,65 |
| | EM•1 + Zeo, Ecu. | 2 | 1,00 (0,06) | 1,01 (0,21) | 128,37 | 8,33 | 0,34 | 18,10 |
| | X̄ EM•1 + Zeo | 2,50 | 1,00 (0,08) | 1,01 (0,20) | 132,31 | 8,34 | 0,36 | 18,38 |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 2 | 1,00 (0,06) | 1,01 (0,21) | 127,70 | 8,38 | 0,32 | 18,05 |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 2 | 1,00 (0,03) | 1,05 (1,13) | 262,53 | 7,74 | 0,22 | 7,27 |
| | X̄ | 2 | 1,00 (0,04) | 1,03 (0,67) | 195,11 | 8,06 | 0,27 | 12,66 |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 1,75 | 1,00 (0,03) | 1,04 (1,00) | 165,19 | 7,09 | 0,21 | 5,60 |
| | X̄ Mic., Aut. | 1,92 | 1,00 (0,04) | 1,03 (0,78) | 185,13 | 7,73 | 0,25 | 10,31 |

Zeo., Cub: Zeolita Cubana. Zeo., Ecu: Zeolita Ecuatoriana. ®EM•1: Microorganismos eficientes. X̄ Valores promedios

Cuadro N° 36. Resumen del análisis de varianza para las variables químicas, demanda biológica (BDO₅), nitritos (NO₃), fosfatos (PO₄), alcalinidad (ALC), pH, conductividad eléctrica (CE) y cloruros (CLO) en la localidad de Balsa en Medio.

| Fuente de variación | | GL | Cuadrados Medios | | | | | | |
|---------------------|---|----|--------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| | | | DBO ₅ | NO ₃ | PO ₄ | ALC | pH | CE | CLO |
| Vertiente | EM*1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 1,63* | 5,0x10 ^{-6ns} | 2,7x10 ^{-3**} | 3377,16* | 2,67** | 0,08* | 296,16** |
| | EM*1 + Zeo. Ecu vs EM*1 + Zeo. Cub. | 1 | 2,00** | 5,2x10 ^{-6ns} | 3,8x10 ^{-6ns} | 126,41 ^{ns} | 0,06 ^{ns} | 0,03 ^{ns} | 1,28* |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 0,17 ^{ns} | 2,5x10 ^{-6ns} | 4,8x10 ^{-4**} | 491,42 ^{ns} | 2,47** | 0,02 ^{ns} | 113,01** |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 0,00 ^{ns} | 0,00 ^{ns} | 3,3x10 ^{-3**} | 5441,33* | 1,53** | 0,01 ^{ns} | 213,42** |
| | Bloque | 3 | 0,05 ^{ns} | 1,6x10 ^{-6ns} | 2,1x10 ^{-5ns} | 420,55 ^{ns} | 0,05 ^{ns} | 0,01 ^{ns} | 0,63 ^{ns} |
| | Error | 12 | 0,05 | 2,8x10 ⁻⁶ | 1,5x10 ⁻⁵ | 391,55 | 0,02 | 0,01 | 0,21 |
| | CV (%) | | 10,40 | 0,17 | 0,38 | 13,36 | 1,75 | 31,21 | 3,36 |
| Tanque | EM*1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 1,2* | 1,4x10 ^{-6ns} | 2,5x10 ^{-3**} | 5467,37** | 1,96** | 0,06** | 313,25** |
| | EM*1 + Zeo. Ecu vs EM*1 + Zeo. Cub. | 1 | 2,00** | 4,7x10 ^{-7ns} | 1,8x10 ^{-6ns} | 126,80 ^{ns} | 2,8x10 ^{-3ns} | 0,01 ^{ns} | 1,36 ^{ns} |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 0,00 ^{ns} | 1,2x10 ^{-7ns} | 4,7x10 ^{-4**} | 371,31 ^{ns} | 2,07** | 0,02 ^{ns} | 108,08** |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 0,00 ^{ns} | 9,3x10 ^{-8ns} | 2,7x10 ^{-3**} | 9209,96** | 1,21** | 0,01 ^{ns} | 222,08** |
| | Bloque | 3 | 0,13 ^{ns} | 8,8x10 ^{-7ns} | 7,2x10 ^{-6ns} | 308,27 ^{ns} | 0,05 ^{ns} | 0,01 ^{ns} | 0,54 ^{ns} |
| | Error | 12 | 0,13 | 5,0x10 ⁻⁷ | 4,7x10 ⁻⁶ | 405,35 | 0,03 | 0,01 | 0,34 |
| | CV (%) | | 16,60 | 0,07 | 0,21 | 13,21 | 2,05 | 23,56 | 4,30 |
| Consumo | EM*1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 1,63* | 1,3x10 ^{-5*} | 2,7x10 ^{-3**} | 13388,1** | 1,75** | 0,06** | 312,53** |
| | EM*1 + Zeo. Ecu vs EM*1 + Zeo. Cub. | 1 | 2,00** | 3,3x10 ^{-6ns} | 2,3x10 ^{-6ns} | 124,43 ^{ns} | 1,2x10 ^{-3ns} | 3,6x10 ^{-3ns} | 0,60 ^{ns} |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 0,17 ^{ns} | 1,8x10 ^{-6ns} | 5,1x10 ^{-4**} | 2392,01 ^{ns} | 2,52** | 0,01 ^{ns} | 132,87** |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 0,00 ^{ns} | 2,8x10 ^{-6ns} | 2,8x10 ^{-3**} | 36358,26** | 0,81** | 0,02* | 232,52** |
| | Bloque | 3 | 0,18 ^{ns} | 2,7x10 ^{-6ns} | 5,0x10 ^{-5*} | 465,88 ^{ns} | 0,07 ^{ns} | 4,2x10 ^{-3ns} | 0,84 ^{ns} |
| | Error | 12 | 0,18 | 2,3x10 ⁻⁶ | 8,5x10 ⁻⁶ | 1128,52 | 0,04 | 2,6x10 ⁻³ | 0,24 |
| | CV (%) | | 19,92 | 0,15 | 0,28 | 20,48 | 2,50 | 17,40 | 3,61 |

Gl: Grados de libertad. ®EM*1: Microorganismos eficientes. Zeo: Zeolitas. Mic. Aut: Microorganismos autóctonos. Zeo., Cub: Zeolita Cubana. Zeo., Ecu: Zeolita Ecuatoriana. CV (%): porcentaje de coeficiente de variación.

De acuerdo a las normas NTE INEN 1108 (2014) y NTE INEN 2200 (2017), que regulan las condiciones de calidad de agua potable para consumo humano y agua purificada y/o mineralizada envasada en Ecuador, respectivamente, las variables pH, CE, alcalinidad y nitritos se ubican dentro de los límites estipulados, mientras que las variables DBO₅, fosfatos y cloruros exceden los límites permisibles para el consumo, lo cual fue consistente para todas las localidades y en las tres fuentes de agua muestreadas.

Al igual que en las variables físicas, mencionadas anteriormente, para todas las variables químicas se obtuvo la tendencia hacia el mejoramiento de las propiedades del agua cuando se utilizan microorganismos autóctonos y cuando se utiliza la zeolita ecuatoriana como material filtrante. Similarmente, la eficiencia de las dosis de microorganismos autóctonos siguió un orden decreciente, siendo la dosis de 15 ml/L la que resultó más eficiente.

En lo referente a la variable pH, para todas las localidades y todas las fuentes de agua muestreadas, se obtuvieron valores ubicados dentro del rango neutro a moderadamente alcalino. Mejía (2015) afirma que la actividad del ión hidrógeno puede afectar directa o indirectamente la actividad de otros constituyentes presentes en el agua y constituye un indicador de importancia para la descripción de los sistemas biológicos y químicos de las aguas naturales. Por su parte, Fioravanti *et al.*, (2005) y Reyes *et al.*, (2005), señalan que la eficiencia de los microorganismos eficientes en la reducción del pH estuvo asociado a procesos de fermentación durante el tratamiento de lodos y aguas residuales.

La conductividad eléctrica (CE) está correlacionada con la cantidad de sólidos disueltos, en su mayoría compuestos iónicos de calcio y magnesio. Los valores obtenidos en las diferentes fuentes y localidades se ubicaron entre 0,20 y 0,60 $\mu\text{S/cm}$. Vera *et al.*, (2016), encontraron reducción de 10 a 20 % del valor medio de la CE para los efluentes cuando se utilizó zeolita como material filtrante, lo cual se asoció a los altos valores de capacidad de intercambio catiónico que

le confiere afinidad para la adsorción de cationes, como el NH_4^+ y algunos compuestos metálicos.

La alcalinidad fluctuó 128 mg/L a nivel de consumo en la localidad de Balsa en Medio, y 280 mg/L en la vertiente de la localidad Severino. Los tratamientos que utilizaron zeolitas como material filtrante fueron más eficientes en reducir la alcalinidad, independientemente de su origen. Estos resultados difieren de los obtenidos por Cuchimaque *et al.*, (2013), quienes afirman que la alcalinidad se mantiene estable durante el proceso de filtración debido a que los aniones que originan la alcalinidad no compiten con los sitios de adsorción en la superficie de la capa de óxido de las zeolitas, confirmando el carácter negativo de la carga superficial negativa para favorecer la adsorción de cationes.

La presencia de nitritos es indicador de procesos de reducción por la ausencia de oxígeno. Cuando se sobrepasan los límites permisibles las aguas se convierten en dañinas para la salud humana. El rango de variación se ubicó entre 0,03 y 0,14 mg/L, resultando similar para todas las localidades y con tendencia a obtenerse mayores valores en las vertientes. Trabajos de Baquemitte *et al.*, (2016) coinciden con estos resultados al destacar la aceptabilidad ambiental de los valores de nitritos en el cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador, indicando la tendencia a incrementar sus valores en la época lluviosa.

En general, los contaminantes orgánicos presentes en las aguas residuales incrementan la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), así como la demanda química de oxígeno (DQO), conduciendo al agotamiento del contenido de oxígeno en el agua y dando como resultado la hipertroficación. En esta investigación se obtuvieron valores entre 1,75 y 3 mg/L, con valores elevados asociados a las vertientes de todas las localidades.

La Figura N° 19 muestra el comportamiento de los diferentes tratamientos aplicados para la potabilización del agua, donde se destaca la ineficiencia de las zeolitas, especialmente de la zeolita cubana, en la reducción de la DBO₅.

El resto de los tratamientos logran ubicar esta variable dentro de los límites permisibles, siendo la dosis de 15 ml/L de microorganismos autóctonos los más eficientes.

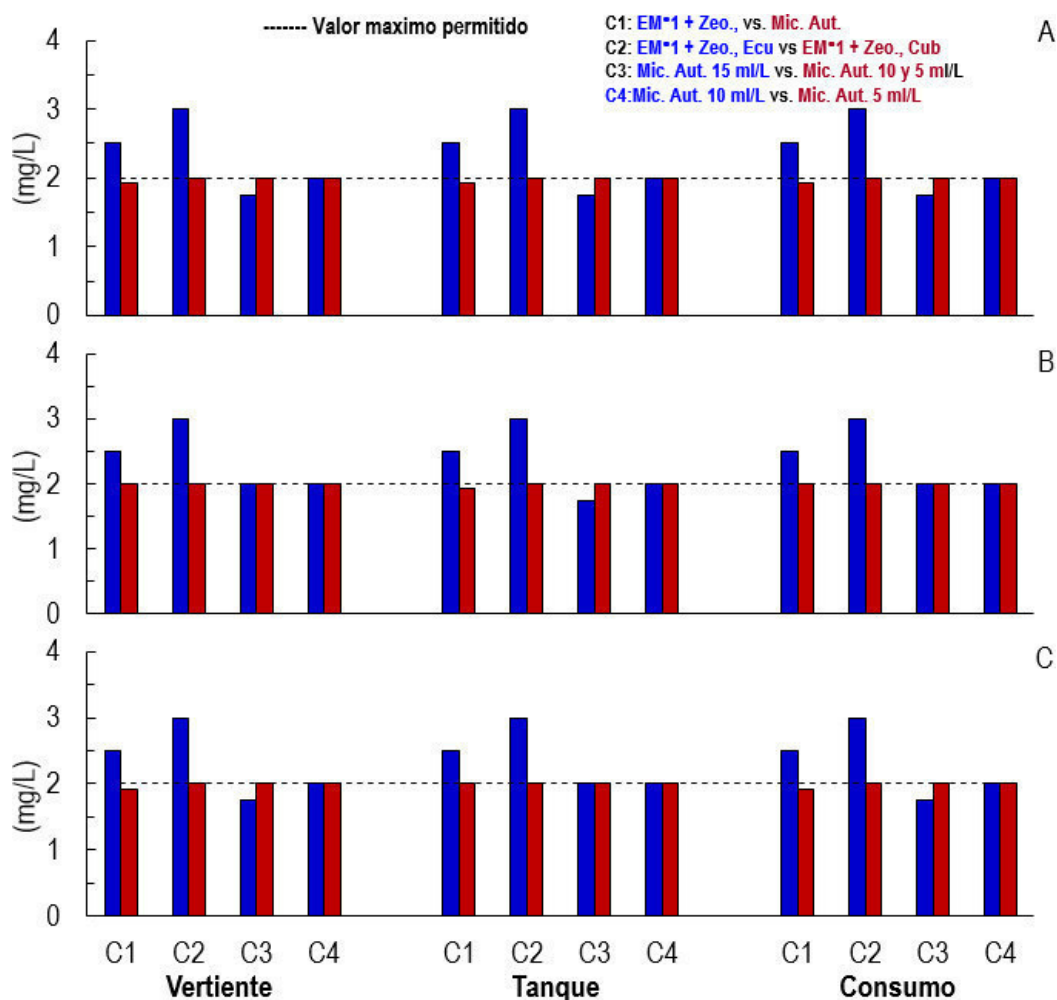


Figura N° 19. Promedio de los contrastes (C1, C2, C3 y C4) para la variable DBO₅ en cada una de las fuentes muestreadas en las localidades de Severino (A), Julián (B) y Balsa en Medio (C).

Fioravanti *et al.*, (2005) indican que la reducción de la DBO₅ en los lodos tratados con Microorganismos Eficaces indica la fermentación intensiva de la materia orgánica. Del mismo modo, Toc (2012) sostiene que la adición de Microorganismos Eficaces en las aguas residuales de una granja porcina redujo la cantidad de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Demanda

Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Totales (ST). Resultados similares fueron reportados por Cardona y García (2008) en el tratamiento de aguas residuales domésticas con microorganismos eficientes.

La concentración de fosfatos mostró un comportamiento diferencial en función de las localidades y de la fuente de agua muestreada. Los mayores tenores correspondieron a la localidad de Severino, donde se obtuvieron valores superiores a los límites permisibles que no fueron posibles de corregir por ninguno de los tratamientos aplicados (Figura N° 20).

En la localidad de Julián se también obtuvieron valores de fosfatos superiores a los límites permisibles, que sólo pudieron ser corregidos en fuentes de agua a nivel de consumo, destacándose las zeolitas y la aplicación de dosis de 5 ml/L de microorganismos autóctonos como los más eficientes para la corrección de estos valores. Los mencionados tratamientos también fueron efectivos en la corrección de los niveles de fosfatos en la localidad de Balsa en Medio, independientemente de la fuente de agua muestreada.

Torres *et al.* (2018) encontraron altos niveles de concentración de fosfatos como producto del vertimiento de aguas domésticas servidas, residuos de la crianza de cerdos, arrastre de fósforo a través de actividades agrícolas (uso de fertilizantes y pesticidas) e industriales, con el uso de detergentes.

Rodríguez *et al.* (2006) encontraron fluctuaciones en los niveles de fosfatos en aguas de riego en función de las condiciones climatológicas, asociando los mayores tenores a la época de verano. Bajo las condiciones de este trabajo, los niveles de fosfatos pudieran estar influenciados por la intensidad de la actividad agrícola en las diferentes localidades debido al uso de biocidas, o por el arrastre de sedimentos hacia las vertientes de la microcuenca del Río Carrizal.

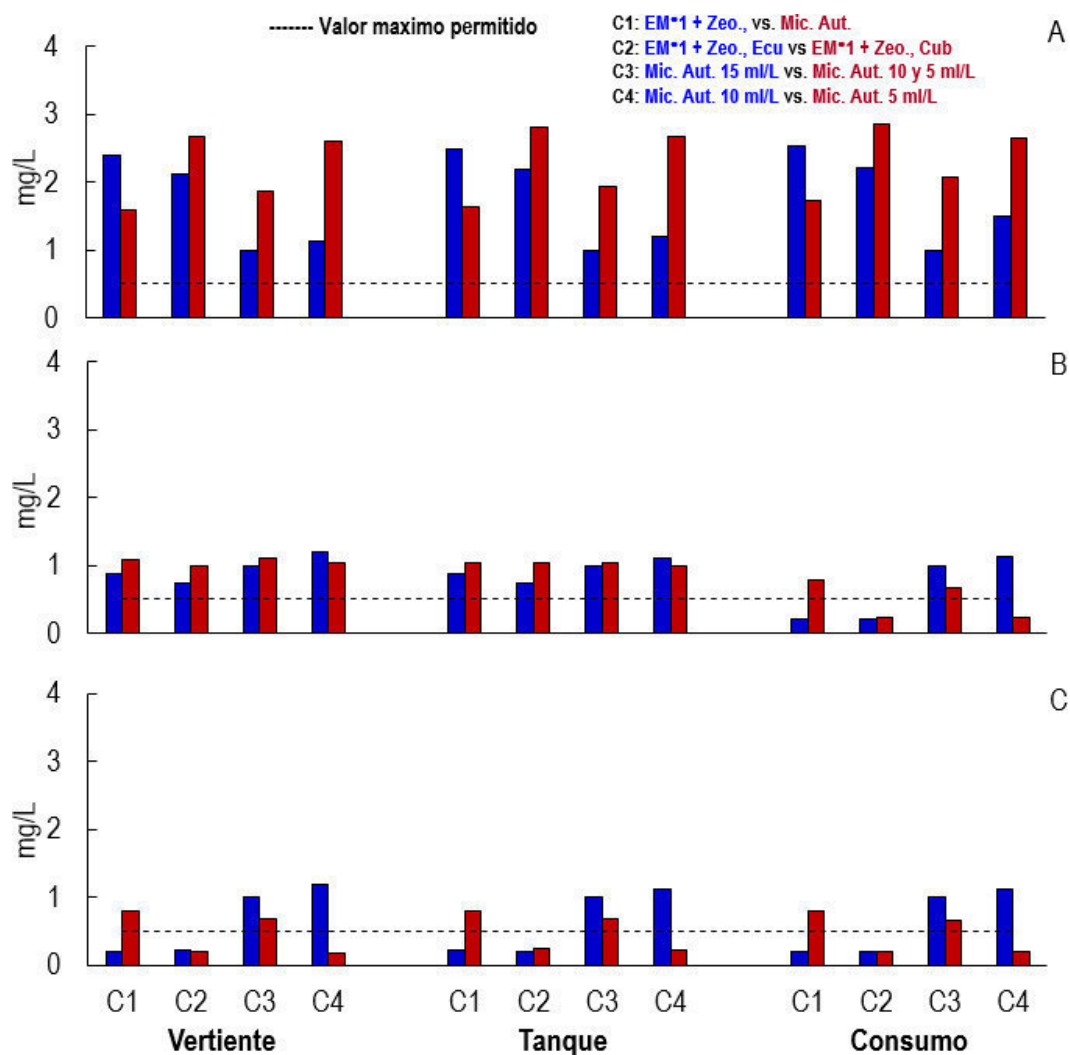


Figura N° 20. Promedio de los contrastes (C1, C2, C3 y C4) para la variable fosfatos en cada una de las fuentes muestreadas en las localidades de Severino (A), Julián (B) y Balsa en Medio (C).

Por su parte, González y Palacio (2013), señalan que los microorganismos y las micro algas incorporan rápidamente los fosfatos a su biomasa, especialmente en ambientes tropicales, donde las altas temperaturas promueven la rápida asimilación microbiana, lo cual justifica la eficiencia de los microorganismos autóctonos en la corrección de esta variable.

Las concentraciones de cloruros están asociadas a la dureza no carbonatada de las aguas. En todos los casos se obtuvieron valores superiores a los 5 ml/L,

los cuales exceden los límites permisibles en todas las localidades, independientemente de la fuente de agua muestreada; sin embargo, su efecto no se reflejó en la dureza del agua, la cual se mantuvo dentro de los niveles de calidad adecuados. Los mayores tenores se ubicaron en la localidad de Balsa en Medio, mientras que los menores valores correspondieron a la localidad de Severino.

La Figura N° 21 muestra el comportamiento de los diferentes tratamientos evaluados, destacando que en ninguno de los casos se logró la corrección de esta variable para conducirla dentro de los límites permisibles. Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de microorganismos autóctonos en dosis de 15 ml/L.

Bajo las condiciones del estudio, los tenores de cloruros pueden estar asociados al uso de fertilizantes, al vertido de aguas residuales domésticas, a retornos de aguas de riego o bien residuos de actividades en zonas pecuarias. Sánchez *et al.*, (2016) aseveran que el ion cloruro no forma sales de baja solubilidad, no se oxida ni se reduce en aguas naturales, tampoco es adsorbido de modo significativo ni entra a formar parte de procesos bioquímicos, por lo que se puede considerar como una propiedad que conserva el agua, resultando en un buen trazador, de allí la dificultad de obtener un método eficiente para corregir sus concentraciones.

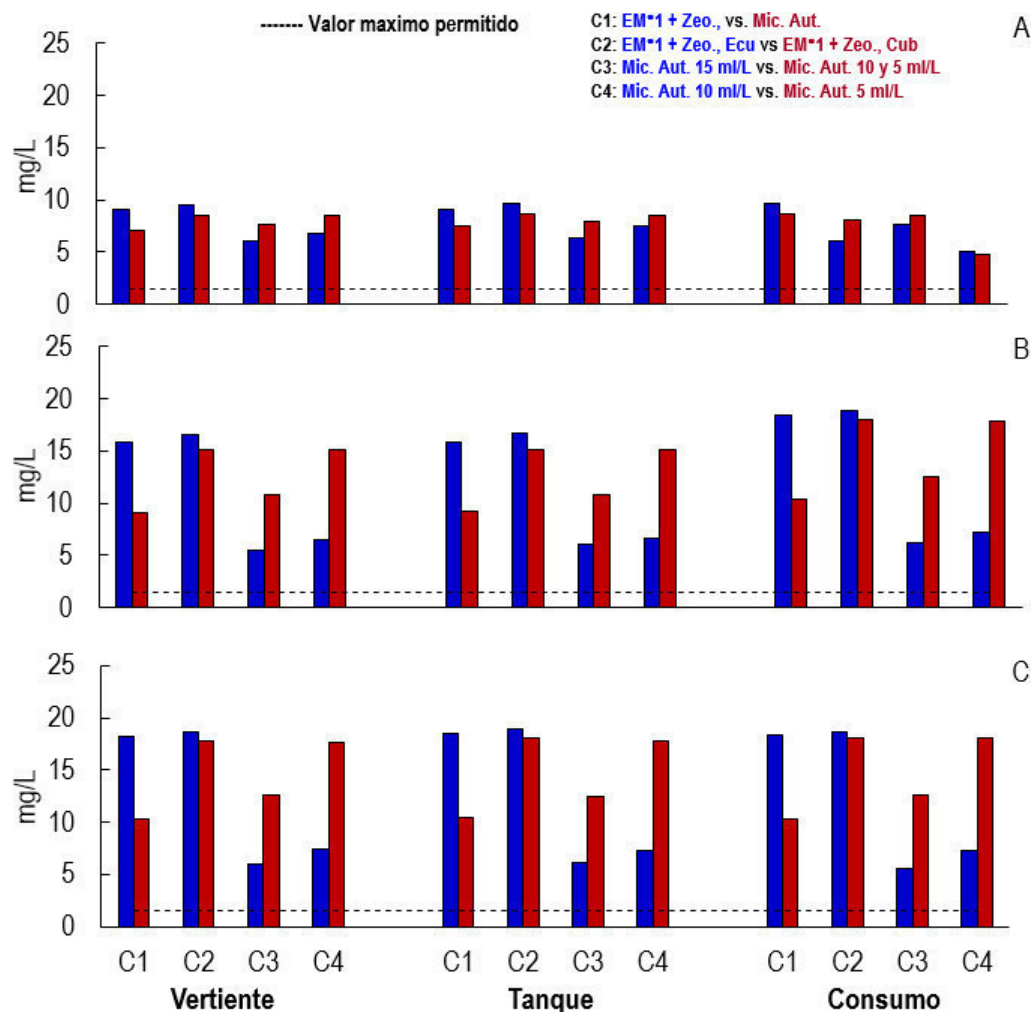


Figura N° 21. Promedio de los contrastes (C1, C2, C3 y C4) para la variable cloruros en cada una de las fuentes muestreadas en las localidades de Severino (A), Julián (B) y Balsa en Medio (C).

4.2.3 Metales

4.2.3.1 Severino

En el caso de los metales detectados en las muestras de Severino tales como hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), plomo (Pb), cobalto (Co) y cromo (Cr) indicados en los Cuadros N° 37 y N° 38 respectivamente, se observó el siguiente comportamiento estadístico en los tratamientos.

Para el elemento hierro (Fe), se observaron diferencias significativas al comparar los tratamientos EM•1 + Zeolitas en relación a los microorganismos autóctonos en todos los niveles muestreados, en ellos, los menores tenores de hierro están asociados en todos los casos a los tratamientos con las dosis de los microorganismos autóctonos. Entre los tipos de zeolitas solo se detectó diferencias a nivel de la vertiente y del tanque, en ambos casos los menores tenores de hierro estuvieron asociados a la zeolita ecuatoriana. Entre las dosis del autóctono, se obtuvo diferencias en las tres muestras, siendo que, en todos los casos los menores tenores de hierro están asociados a la dosis de 15 ml/L y para las menores dosis los menores tenores en todos los casos están asociados a la dosis de 10 ml/L.

Para el elemento manganeso (Mn) se obtuvo diferencias significativas al comparar los tratamientos EM•1 + Zeolitas en relación a los microorganismos autóctonos en todos los niveles de muestreo, donde los menores tenores del elemento están asociados a los autóctonos. Entre los tipos de zeolitas la comparación no arrojó diferencias significativas en ninguna de las muestras estudiadas, sin embargo, entre las dosis de los microorganismos autóctonos hubo diferencias significativas en todos los niveles. Los menores tenores de Mn están asociados con la dosis de 15 ml/L y entre las dosis más bajas los menores tenores están asociados a la dosis de 10 ml/L.

Para elemento cobre (Cu) se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos para todas las muestras en todos los casos, los menores tenores de cobre están asociados con el tratamiento de las dosis de los microorganismos autóctonos. Entre las dos zeolitas, se detectó diferencias en todas las muestras siendo que el menor tenor del elemento estuvo asociado a la zeolita ecuatoriana. Entre las dosis de microorganismos autóctonos, los menores tenores se asociaron a la dosis de 15 ml/L y entre las dosis menores no se obtuvo diferencias entre los tratamientos para ningún nivel del muestreo.

Para el elemento plomo (Pb), al comparar los tratamientos EM•1 + Zeolitas con los microorganismos autóctonos, se detectó diferencias significativas en todos los niveles de muestreo, siendo que los menores tenores estuvieron asociados con los microorganismos autóctonos. Entre los tipos de zeolitas la diferencia significativa inclinó los menores tenores a la zeolita ecuatoriana. Entre las dosis de microorganismos autóctonos se obtuvo diferencia significativa en todas las muestras, donde los menores valores de Pb se asocian con la dosis de 15 ml/L, mientras que entre las dosis menores sólo se obtuvo diferencias significativas a nivel de vertiente y tanque, siendo que los menores tenores del elemento se asocian a la dosis de 10 ml/L.

Para el elemento cobalto (Co) solo se detectó diferencias significativas a nivel de tanque y consumo entre los tratamientos evaluados. La comparación entre EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos presenta los menores tenores de Co asociados a los microorganismos autóctonos en ambos casos. Entre los tipos de zeolita las diferencias significativas están asociadas con menores tenores del elemento en la zeolita ecuatoriana. Dentro de las dosis de microorganismos autóctonos, los menores tenores se asocian con la dosis de 15 ml/L en todos los casos y entre las menores dosis los menores valores están asociados a la dosis de 10 ml/L.

Cuadro N° 37 Valores promedios de las variables metales, hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), plomo (Pb), cobalto (Co), cromo (Cr) en la localidad de Severino.

| Tratamientos | | Variables cuantificadas | | | | | |
|--------------|----------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|
| | | Fe | Mn | Cu | Pb | Co | Cr |
| Vertiente | EM*1 + Zeo, Cub. | 1,01 (0,19) | 1,03 (0,82) | 1,07 (1,78) | 1,04 (1,07) | 0,15 | 1,01 (0,22) |
| | EM*1 + Zeo, Ecu. | 1,01 (0,15) | 1,03 (0,79) | 1,00 (0,08) | 1,00 (0,06) | 0,13 | 1,00 (0,02) |
| | \bar{X} EM*1 + Zeo | 1,01 (0,17) | 1,03 (0,80) | 1,04 (0,92) | 1,02 (0,57) | 0,14 | 1,01 (0,12) |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 1,01 (0,15) | 1,03 (0,72) | 1,00 (0,07) | 1,00 (0,03) | 0,12 | 1,00 (0,02) |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 1,00 (0,10) | 1,03 (0,63) | 1,00 (0,05) | 1,00 (0,02) | 0,15 | 1,00 (0,01) |
| | \bar{X} | 1,01 (0,12) | 0,68 (1,03) | 1,00 (0,06) | 1,00 (0,03) | 0,14 | 1,00 (0,02) |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 1,00 (0,07) | 1,02 (0,44) | 1,00 (0,02) | 1,00 (0,01) | 0,12 | 1,00 (0,01) |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 1,00 (0,10) | 1,03 (0,60) | 1,00 (0,03) | 1,00 (0,02) | 0,13 | 1,00 (0,01) |
| Tanque | EM*1 + Zeo, Cub. | 1,01 (0,19) | 1,03 (0,83) | 1,07 (1,75) | 1,04 (1,07) | 0,16 | 1,01 (0,23) |
| | EM*1 + Zeo, Ecu. | 1,01 (0,16) | 1,03 (0,81) | 1,00 (0,08) | 1,00 (0,06) | 0,13 | 1,01 (0,23) |
| | \bar{X} EM*1 + Zeo | 1,01 (0,17) | 1,03 (0,82) | 1,04 (0,91) | 1,02 (0,57) | 0,14 | 1,01 (0,13) |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 1,01 (0,15) | 1,03 (0,78) | 1,00 (0,07) | 1,00 (0,05) | 0,13 | 1,00 (0,02) |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 1,00 (0,10) | 1,03 (0,65) | 1,00 (0,05) | 1,00 (0,02) | 0,10 | 1,00 (0,02) |
| | \bar{X} | 1,01 (0,13) | 1,03 (0,72) | 1,00 (0,06) | 1,00 (0,03) | 0,11 | 1,00 (0,02) |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 1,00 (0,08) | 1,02 (0,44) | 1,00 (0,03) | 1,00 (0,01) | 0,10 | 1,00 (0,02) |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 1,00 (0,11) | 1,03 (0,62) | 1,00 (0,05) | 1,00 (0,03) | 0,10 | 1,00 (0,02) |
| Consumo | EM*1 + Zeo, Cub. | 1,01 (0,18) | 1,03 (0,82) | 1,07 (1,72) | 1,04 (1,06) | 0,16 | 1,01 (0,23) |
| | EM*1 + Zeo, Ecu. | 1,01 (0,18) | 1,03 (0,82) | 1,00 (0,08) | 1,00 (0,06) | 0,13 | 1,00 (0,03) |
| | \bar{X} EM*1 + Zeo | 1,08 (0,19) | 1,03 (0,82) | 1,04 (0,90) | 1,02 (0,56) | 0,15 | 1,01 (0,13) |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 1,01 (0,17) | 1,03 (0,78) | 1,00 (0,08) | 1,00 (0,03) | 0,13 | 1,00 (0,02) |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 1,01 (0,11) | 1,03 (0,62) | 1,00 (0,06) | 1,00 (0,02) | 0,11 | 1,00 (0,01) |
| | \bar{X} | 1,01 (0,14) | 1,03 (0,70) | 1,00 (0,07) | 1,00 (0,03) | 0,12 | 1,00 (0,02) |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 1,00 (0,09) | 1,02 (0,38) | 1,00 (0,02) | 1,00 (0,01) | 0,10 | 1,01 (0,01) |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 1,01 (0,11) | 1,03 (0,59) | 1,00 (0,05) | 1,00 (0,02) | 0,11 | 1,00 (0,01) |

Zeo., Cub: Zeolita Cubana. Zeo., Ecu: Zeolita Ecuatoriana. ®EM•1: Microorganismos eficientes. \bar{X} Valores promedios

Cuadro N° 38. Resumen del análisis de varianza para las variables metales, hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), plomo (Pb), cobalto (Co), cromo (Cr) en la localidad de Severino.

| Fuente de variación | | Gl | Cuadrados Medios | | | | | |
|---------------------|---|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | | Fe | Mn | Cu | Pb | Co | Cr |
| Vertiente | EM*1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 3,8x10 ^{-5**} | 0,0003** | 0,01** | 0,0024** | 8,3x10 ^{-5ns} | 1x10 ^{-4**} |
| | EM*1 + Zeo. Ecu vs EM*1 + Zeo. Cub. | 1 | 3,9x10 ^{-6*} | 2x10 ^{-6ns} | 0,01** | 0,0035** | 8x10 ^{-4ns} | 1,4x10 ^{-4**} |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 1,6x10 ^{-5**} | 0,0002** | 7x10 ^{-6**} | 1,1x10 ^{-6**} | 4,2x10 ^{-4ns} | 1,3x10 ^{-7ns} |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 9,2x10 ^{-6**} | 2,7x10 ^{-5ns} | 2,3x10 ^{-6ns} | 8,4x10 ^{-7*} | 1,8x10 ^{-3ns} | 3,8x10 ^{-7ns} |
| | Bloque | 3 | 2,1x10 ⁻⁶ | 1,7x10 ⁻⁵ | 1,2x10 ⁻⁶ | 2,2x10 ⁻⁷ | 0,0011 | 1,1x10 ⁻⁷ |
| | Error | 12 | 4,6x10 ⁻⁷ | 1,3x10 ⁻⁵ | 6,5x10 ⁻⁷ | 1,1x10 ⁻⁷ | 0,0012 | 1,1x10 ⁻⁷ |
| | CV (%) | | 0,07 | 0,36 | 0,08 | 0,03 | 26,05 | 0,03 |
| Tanque | EM*1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 3,3x10 ^{-5**} | 0,0003** | 0,01** | 0,0024** | 0,01** | 0,0001** |
| | EM*1 + Zeo. Ecu vs EM*1 + Zeo. Cub. | 1 | 3,8x10 ^{-6*} | 9,8x10 ^{-7ns} | 0,01** | 0,0035** | 0,001** | 0,0001** |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 1,2x10 ^{-5**} | 0,0003** | 5,7x10 ^{-6*} | 2,5x10 ^{-6**} | 0,0004* | 0,0000ns |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 8,3x10 ^{-6**} | 0,0005** | 1,1x10 ^{-6ns} | 2,3x10 ^{-6**} | 0,002** | 9,4x10 ⁻⁸ |
| | Bloque | 3 | 9,1x10 ⁻⁷ | 5,4x10 ⁻⁶ | 7,0x10 ⁻⁷ | 3,4x10 ⁻⁸ | 0,00014 | 8,2x10 ⁻⁸ |
| | Error | 12 | 5,8x10 ⁻⁷ | 5,4x10 ⁻⁶ | 1,1x10 ⁻⁶ | 1,0x10 ⁻⁷ | 0,00006 | 7,5x10 ⁻⁸ |
| | CV (%) | | 0,08 | 0,23 | 0,10 | 0,03 | 6,58 | 0,03 |
| Consumo | EM*1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 0,00003** | 0,0004** | 0,01** | 0,0024** | 0,01** | 0,0001** |
| | EM*1 + Zeo. Ecu vs EM*1 + Zeo. Cub. | 1 | 3,2x10 ⁻¹¹ | 0,00 | 0,01** | 0,0034** | 0,0015** | 0,0001** |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 0,00002** | 0,0004** | 0,00001** | 1,3x10 ^{-6*} | 0,0006* | 1,3x10 ^{-7ns} |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 0,00001** | 0,0009* | 8,1x10 ⁻⁷ | 5,9x10 ^{-7ns} | 0,0008** | 3,8x10 ^{-7*} |
| | Bloque | 3 | 8,2x10 ⁻⁷ | 0,00003 | 2,2x10 ⁻⁶ | 3,3x10 ⁻⁷ | 0,00009 | 3,4x10 ⁻⁸ |
| | Error | 12 | 1,9x10 ⁻⁶ | 0,00001 | 6,7x10 ⁻⁷ | 2,7x10 ⁻⁷ | 0,00006 | 5,0x10 ⁻⁸ |
| | CV (%) | | 0,14 | 0,42 | 0,08 | 0,05 | 6,48 | 0,02 |

Gl: Grados de libertad. ®EM*1: Microorganismos eficientes. Zeo: Zeolitas. Mic. Aut: Microorganismos autóctonos. Zeo., Cub: Zeolita Cubana. Zeo., Ecu: Zeolita Ecuatoriana. CV (%):de Coeficiente de variación en porcentaje.

Para el elemento cromo (Cr), al comparar los tratamientos a nivel de vertiente, tanque y consumo, se detectó diferencias significativas entre los EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos, siendo que los menores tenores de Cr están asociados a los autóctonos. Entre los tipos de zeolita, las diferencias significativas muestran que los menores tenores del elemento están asociados con la zeolita ecuatoriana. Entre las dosis de autóctonos, no hubo diferencias significativas al comparar la dosis mayor con las menores en todas las muestras, y entre las dosis menores solo se detectó diferencias significativas a nivel de consumo, vinculado a menores valores del elemento en la dosis de 10 ml/L.

4.2.3.2 Julián

Los resultados obtenidos para las interpretaciones estadísticas de la comparación entre los tratamientos con relación a los metales, hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), plomo (Pb), cobalto (Co) y cromo (Cr), se presentan en los Cuadros N° 39 y N° 40 en términos de promedios por tratamiento en cada fuente de muestreo y su respectivo resumen de análisis de varianza.

Para el elemento hierro (Fe), se obtuvo diferencias significativas en todas las comparaciones de tratamientos, en todas las fuentes de muestreo. La comparación entre EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos indica los menores tenores del elemento asociados a la combinación EM•1 + Zeolitas a nivel de vertiente y a los microorganismos autóctonos a nivel del tanque y de consumo. Al comparar los tipos de zeolitas, en todos los casos, las diferencias se asocian con menores tenores de Fe para la zeolita ecuatoriana. Entre dosis de microorganismo autóctonos, las diferencias se inclinan hacia menores valores del elemento asociados a la dosis de 15 ml/L a nivel de vertiente y del tanque y a la dosis de 5 ml/L a nivel de consumo. Entre las dosis bajas, la dosis de 10 ml/L obtuvo los menores tenores de Fe a nivel de vertiente y del tanque; sin embargo, presentó los mayores tenores a nivel de consumo.

Para el elemento manganeso (Mn), solo se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos a nivel de muestras provenientes de la vertiente. La comparación inicial entre EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos indica que los menores valores del elemento están asociados a los microorganismos autóctonos. No se encontraron diferencias significativas entre los tipos de zeolitas utilizadas. Las diferencias entre dosis de microorganismos autóctonos señalan que las menores proporciones del elemento Mn se asocian con la dosis de 5 ml/L, mientras que las mayores proporciones del elemento se asocian a la dosis de 10 ml/L.

Para el elemento cobre (Cu), en todas las partes de muestreo, las comparaciones entre EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos presentaron diferencias significativas donde los menores niveles de Cu se asocian con los microorganismos autóctonos. En todos los casos, las diferencias entre las zeolitas utilizadas, señalan que los menores tenores de Cu están asociados con la zeolita ecuatoriana. Entre las dosis de microorganismos autóctonos, solo se obtuvo diferencias significativas entre dosis mayor y las menores a nivel de consumo, con los menores valores del elemento asociados a la dosis de 15 ml/L. Entre las dosis menores, se obtuvo diferencias significativas solo a nivel de vertiente, siendo que los menores valores estuvieron asociados con la dosis de 10 ml/L.

Para el elemento plomo (Pb), las diferencias significativas presentaron el mismo comportamiento que las obtenidas para el elemento anterior (Cu), donde los menores tenores del elemento se asociaron con el uso de microorganismos autóctonos, en el caso de las zeolitas, los menores tenores le correspondieron a la zeolita ecuatoriana. Entre las dosis de microorganismos autóctonos, al igual que para Cu, la ventaja de menor tenor de Pb se asocia con la dosis de 15 ml/L a nivel de consumo y con la dosis de 10 ml/L a nivel de vertiente.

Para el elemento cobalto (Co), la comparación entre EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos solo obtuvo diferencias significativas a nivel de

vertiente, siendo que los menores tenores del elemento se asociaron con los microorganismos autóctonos. La comparación entre tipos de zeolita también fue significativa solo a nivel de vertiente, con menores valores de Co para las muestras tratadas con zeolita ecuatoriana. La comparación entre la dosis mayor y las menores de microorganismos autóctonos fue significativa solo a nivel de vertiente y del tanque, con menores valores del elemento asociados a la dosis de 15 ml/L. Entre dosis menores, las diferencias significativas se obtuvieron solo a nivel de la muestra proveniente de la vertiente, siendo que los menores valores de Co se asociaron con la dosis de 5ml/L.

Para el elemento cromo (Cr), las diferencias significativas presentaron el mismo comportamiento de las obtenidas para el elemento cobalto, donde a nivel de vertiente los menores valores del elemento estuvieron asociados a los microorganismos autóctonos. Entre las zeolitas utilizadas a nivel de vertiente, también se asociaron los menores valores del elemento con la zeolita ecuatoriana. La comparación entre la dosis mayor y la dosis menor de microorganismos autóctonos a nivel de vertiente y del tanque también asoció los menores tenores de Cr con la dosis de 15 ml/L, mientras que, entre las dosis menores, también a nivel de vertiente, los menores valores de Cr se asocian con la dosis de 5 ml/L.

Cuadro N° 39. Valores promedios de las variables metales, hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), plomo (Pb), cobalto (Co), cromo (Cr) en la localidad de Julián.

| Tratamientos | | Variables cuantificadas | | | | | |
|--------------|----------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|
| | | Fe | Mn | Cu | Pb | Co | Cr |
| Vertiente | EM*1 + Zeo, Cub. | 1,01 (0,20) | 1,01 (0,30) | 1,07 (1,78) | 1,04 (1,07) | 0,15 | 1,01 (0,22) |
| | EM*1 + Zeo, Ecu. | 1,01 (0,16) | 1,01 (0,26) | 1,00 (1,08) | 1,04 (0,06) | 0,13 | 1,01 (0,02) |
| | \bar{X} EM*1 + Zeo | 1,01 (0,18) | 1,01 (0,28) | 1,04 (0,93) | 1,04 (0,57) | 0,14 | 1,01 (0,12) |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 1,01 (0,15) | 1,01 (0,26) | 1,00 (0,07) | 1,04 (0,05) | 0,13 | 1,01 (0,02) |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 1,00 (0,08) | 1,02 (0,55) | 1,00 (0,04) | 1,04 (0,03) | 0,15 | 1,01 (0,02) |
| | \bar{X} | 1,01 (0,12) | 1,02 (0,40) | 1,00 (0,05) | 1,04 (0,04) | 0,14 | 1,01 (0,02) |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 1,00 (0,07) | 1,01 (0,27) | 1,00 (0,02) | 1,04 (0,01) | 0,12 | 1,01 (0,01) |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 1,00 (0,10) | 1,02 (0,36) | 1,00 (0,04) | 1,04 (0,03) | 0,13 | 1,01 (0,02) |
| Tanque | EM*1 + Zeo, Cub. | 1,01 (0,21) | 1,01 (0,30) | 1,07 (1,75) | 1,04 (1,07) | 0,16 | 1,01 (0,23) |
| | EM*1 + Zeo, Ecu. | 1,01 (0,16) | 1,01 (0,26) | 1,00 (0,08) | 1,04 (0,06) | 0,13 | 1,01 (0,02) |
| | \bar{X} EM*1 + Zeo | 1,01 (0,18) | 1,01 (0,28) | 1,04 (0,91) | 1,04 (0,57) | 0,14 | 1,01 (0,13) |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 1,01 (0,16) | 1,01 (0,26) | 1,00 (0,07) | 1,04 (0,05) | 0,13 | 1,01 (0,02) |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 1,00 (0,07) | 1,03 (0,60) | 1,00 (0,04) | 1,04 (0,02) | 0,15 | 1,01 (0,02) |
| | \bar{X} | 1,00 (0,11) | 1,02 (0,43) | 1,00 (0,05) | 1,04 (0,03) | 0,14 | 1,01 (0,02) |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 1,00 (0,07) | 1,01 (0,31) | 1,00 (0,02) | 1,04 (0,01) | 0,10 | 1,00 (0,02) |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 1,00 (0,10) | 1,02 (0,39) | 1,00 (0,04) | 1,04 (0,03) | 0,13 | 1,01 (0,02) |
| Consumo | EM*1 + Zeo, Cub. | 1,01 (0,26) | 1,00 (0,07) | 1,07 (1,75) | 1,04 (1,07) | 0,15 | 1,01 (0,23) |
| | EM*1 + Zeo, Ecu. | 1,00 (0,06) | 1,00 (0,04) | 1,00 (0,08) | 1,04 (0,06) | 0,13 | 1,01 (0,02) |
| | \bar{X} EM*1 + Zeo | 1,01 (0,16) | 1,00 (0,06) | 1,04 (0,91) | 1,04 (0,57) | 0,14 | 1,01 (0,13) |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 1,00 (0,05) | 1,00 (0,04) | 1,00 (0,07) | 1,04 (0,04) | 0,13 | 1,01 (0,02) |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 1,01 (0,15) | 1,02 (0,50) | 1,00 (0,02) | 1,04 (0,01) | 0,10 | 1,00 (0,02) |
| | \bar{X} | 1,00 (0,10) | 1,01 (0,27) | 1,00 (0,04) | 1,04 (0,02) | 0,12 | 1,00 (0,02) |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 1,00 (0,07) | 1,02 (0,40) | 1,00 (0,02) | 1,04 (0,01) | 0,10 | 1,00 (0,02) |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 1,00 (0,09) | 1,01 (0,31) | 1,00 (0,04) | 1,04 (0,02) | 0,11 | 1,00 (0,02) |

Zeo., Cub: Zeolita Cubana. Zeo., Ecu: Zeolita Ecuatoriana. ®EM•1: Microrganismos eficientes. \bar{X} Valores promedios

Cuadro N° 39. Resumen del análisis de varianza para las variables metales, hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), plomo (Pb), cobalto (Co), cromo (Cr) en la localidad de Julián

| Fuente de variación | | Gl | Cuadrados Medios | | | | | |
|---------------------|---|----|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | | Fe | Mn | Cu | Pb | Co | Cr |
| Vertiente | EM•1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 4,4x10 ^{-5**} | 5,6x10 ^{-4**} | 0,01 ** | 9,2x10 ^{-6**} | 0,01 ** | 9,3x10 ^{-6**} |
| | EM•1 + Zeo. Ecu vs EM•1 + Zeo. Cub. | 1 | 1,4x10 ^{-4**} | 4,6x10 ^{-6 ns} | 0,01 ** | 1,4x10 ^{-5**} | 8,0x10 ^{-4**} | 1,5x10 ^{-6**} |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 4,0x10 ^{-6**} | 8,3x10 ^{-5**} | 2,8x10 ^{-6 ns} | 4,4x10 ^{-9 ns} | 6,0x10 ^{-4**} | 1,1x10 ^{-6**} |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 3,9x10 ^{-5**} | 7,5x10 ^{-4**} | 8,4x10 ^{-6**} | 1,3x10 ^{-8 *} | 1,8x10 ^{-3**} | 3,3x10 ^{-6**} |
| | Bloque | 3 | 1,4x10 ⁻⁶ | 1,1x10 ⁻⁵ | 1,1x10 ⁻⁶ | 1,9x10 ⁻⁹ | 1,9x10 ⁻⁴ | 3,5x10 ⁻⁷ |
| | Error | 12 | 3,3x10 ⁻⁷ | 7,3x10 ⁻⁶ | 1,0x10 ⁻⁶ | 1,9x10 ⁻⁹ | 4,8x10 ⁻⁵ | 8,7x10 ⁻⁸ |
| | CV (%) | | 0,06 | 0,27 | 0,10 | 0,004 | 5,6 | 0,03 |
| Tanque | EM•1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 6,6x10 ^{-5**} | 1,1x10 ^{-4 ns} | 0,01 ** | 9,0x10 ^{-6**} | 1,3x10 ^{-3 ns} | 2,3x10 ^{-6 ns} |
| | EM•1 + Zeo. Ecu vs EM•1 + Zeo. Cub. | 1 | 8,2x10 ^{-6**} | 6,2x10 ^{-6 ns} | 0,01 ** | 1,4x10 ^{-5**} | 1,0x10 ^{-3 ns} | 1,9x10 ^{-6 ns} |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 1,0x10 ^{-5**} | 5,8x10 ^{-5 ns} | 5,3x10 ^{-6 ns} | 8,2x10 ^{-9 ns} | 4,5x10 ^{-3 *} | 8,3x10 ^{-6 *} |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 2,7x10 ^{-5**} | 4,2x10 ^{-4 ns} | 2,3x10 ^{-6 ns} | 3,6x10 ^{-9 ns} | 6,1x10 ^{-4 ns} | 1,1x10 ^{-6 ns} |
| | Bloque | 3 | 6,8x10 ⁻⁷ | 2,0x10 ⁻⁴ | 2,8x10 ⁻⁷ | 4,3x10 ⁻¹⁰ | 7,3x10 ⁻⁴ | 1,3x10 ⁻⁶ |
| | Error | 12 | 6,0x10 ⁻⁷ | 1,3x10 ⁻⁴ | 1,2x10 ⁻⁶ | 1,9x10 ⁻⁹ | 7,4x10 ⁻⁴ | 1,4x10 ⁻⁶ |
| | CV (%) | | 0,08 | 0,04 | 0,11 | 0,004 | 20,27 | 0,12 |
| Consumo | EM•1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 5,5x10 ^{-5**} | 6,0x10 ^{-5 ns} | 0,01 ** | 9,3x10 ^{-6**} | 5,3x10 ^{-5 ns} | 1,0x10 ^{-7 ns} |
| | EM•1 + Zeo. Ecu vs EM•1 + Zeo. Cub. | 1 | 6,6x10 ^{-6**} | 6,9x10 ^{-6 ns} | 0,01 ** | 1,4x10 ^{-5**} | 8,0x10 ^{-4 ns} | 1,5x10 ^{-6 ns} |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 1,2x10 ^{-5**} | 7,6x10 ^{-5 ns} | 5,3x10 ^{-6 *} | 8,2x10 ^{-9 *} | 8,2x10 ^{-4 ns} | 1,5x10 ^{-6 ns} |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 1,9x10 ^{-5**} | 3,1x10 ^{-4 ns} | 2,3x10 ^{-6 ns} | 3,6x10 ^{-9 ns} | 1,3x10 ^{-3 ns} | 2,3x10 ^{-6 ns} |
| | Bloque | 3 | 2,0x10 ⁻⁶ | 2,1x10 ⁻⁴ | 1,2x10 ⁻⁶ | 1,8x10 ⁻⁹ | 1,6x10 ⁻³ | 2,8x10 ⁻⁶ |
| | Error | 12 | 4,8x10 ⁻⁷ | 1,3x10 ⁻⁴ | 7,1x10 ⁻⁷ | 1,1x10 ⁻⁹ | 1,1x10 ⁻³ | 2,0x10 ⁻⁶ |
| | CV (%) | | 0,07 | 1,11 | 0,08 | 0,003 | 24,79 | 0,14 |

Gl: Grados de libertad. ®EM•1: Microorganismos eficientes. Zeo: Zeolitas. Mic. Aut: Microorganismos autóctonos. Zeo., Cub: Zeolita Cubana. Zeo., Ecu: Zeolita Ecuatoriana. CV (%): porcentaje de coeficiente de variación.

Balsa en Medio

En el caso de los metales detectados en las muestras de Balsa en Medio tales como hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), plomo (Pb), cobalto (Co) y cromo (Cr) indicados en los Cuadros N° 41 y N° 42 respectivamente, se observó el siguiente comportamiento estadístico en las comparaciones de los tratamientos.

Para el elemento hierro (Fe), en la comparación de los tratamientos con los organismos eficientes (EM•1 + Zeolitas) en combinación con las zeolitas y los microorganismos autóctonos se detectó diferencias significativas en todos los niveles muestreados, siendo que, en todos los casos los menores tenores de hierro se asocian a los microorganismos autóctonos. La comparación entre las zeolitas presentó diferencias significativas en todos los niveles de muestreo coincidiendo que los menores valores del elemento estuvieron asociados a la zeolita ecuatoriana. Entre las dosis de los autóctonos solo se obtuvo diferencias a nivel del tanque y consumo donde los menores tenores de hierro están asociados con la dosis de 15 ml/L. Con relación a las dosis menores hay diferencias significativas en todos los niveles muestreados donde los menores tenores de hierro se asocian con la dosis de 5 ml/L.

En cuanto a manganeso (Mn) al compararse los tratamientos con los microorganismos eficientes (comercial) y las zeolitas (EM•1 + Zeolitas) en relación a los microorganismos autóctonos se observó diferencias significativas en las tres fuentes de muestreo, siendo que los menores niveles del manganeso se observaron en las combinaciones EM•1 + Zeolitas. No hubo diferencia entre las zeolitas; sin embargo, entre las dosis del autóctono se detectaron diferencias significativas a nivel de la vertiente y del tanque, donde los menores tenores del elemento estuvieron asociados a las dosis más bajas y entre ellas las diferencias significativas indican que es la dosis de 5 ml/L la que presenta los menores tenores de manganeso.

Para el elemento cobre (Cu), en los tres puntos de muestreo la comparación inicial entre los EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos indica diferencias significativas, siendo que los menores tenores del elemento están asociados a los microorganismos autóctonos. Entre las zeolitas las diferencias significativas fueron constatadas en todas las fuentes de muestreo y las que presentan los menores tenores asociados corresponden a la zeolita ecuatoriana. Entre las dosis de los autóctonos solo hubo diferencias a nivel de la vertiente y de consumo, con los menores tenores de cobre asociados a la dosis de 15 ml/L. Entre las menores dosis de los autóctonos se detectó diferencias significativas a nivel de la vertiente y de consumo, siendo que los menores tenores de Cu están asociados con la dosis de 10 ml/L.

Para el elemento plomo (Pb), en todos los casos la comparación entre los EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos se detectó diferencias significativas, donde los menores valores de plomo estuvieron asociados con los microorganismos autóctonos. De igual forma, en todos los casos se obtuvo diferencias significativas entre las zeolitas con ventaja para la zeolita ecuatoriana con los menores tenores de plomo. Entre las dosis de los autóctonos se detectó diferencias a nivel de vertiente y consumo, con valores inferiores del elemento asociados a la dosis de 15 ml/L; mientras que, para las dosis menores se obtuvo diferencias significativas en todos los puntos de muestreo con ventajas para la dosis de 10 ml/L.

Para el elemento cromo (Cr), al igual que el anterior elemento se observaron diferencias significativas en todos los puntos de muestreo para las diferentes comparaciones entre tratamientos. Entre los EM•1 + Zeolitas y los microorganismos autóctonos los menores tenores de Cr estuvieron asociados a los microorganismos autóctonos. Entre las zeolitas las diferencias indican menores tenores del elemento asociados a la zeolita ecuatoriana. En relación a las dosis de los autóctonos las diferencias indican menores tenores de Cr para la dosis de 15 ml/L y entre las menores dosis las diferencias se inclinan hacia la dosis de 10 ml/L con los menores tenores de cromo.

Cuadro N° 41. Valores promedios de las variables metales, hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), plomo (Pb), cobalto (Co), cromo (Cr) en la localidad de Balsa en Medio.

| Tratamientos | | Variables cuantificadas | | | | | |
|--------------|----------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|
| | | Fe | Mn | Cu | Pb | Co | Cr |
| Vertiente | EM*1 + Zeo, Cub. | 1,01 (0,25) | 1,00 (0,07) | 1,07 (1,78) | 1,04 (1,07) | 0,15 | 1,01 (0,22) |
| | EM*1 + Zeo, Ecu. | 1,00 (0,06) | 1,00 (0,04) | 1,00 (0,08) | 1,04 (0,06) | 0,13 | 1,01 (0,02) |
| | \bar{X} EM*1 + Zeo | 1,01 (0,16) | 1,00 (0,06) | 1,04 (0,93) | 1,04 (0,57) | 0,14 | 1,01 (0,12) |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 1,00 (0,04) | 1,00 (0,04) | 1,00 (0,07) | 1,04 (0,05) | 0,12 | 1,01 (0,02) |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 1,01 (0,14) | 1,02 (0,42) | 1,00 (0,03) | 1,04 (0,01) | 0,10 | 1,00 (0,01) |
| | \bar{X} | 1,00 (0,09) | 1,01 (0,23) | 1,00 (0,05) | 1,04 (0,03) | 0,11 | 1,00 (0,01) |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 1,00 (0,07) | 1,02 (0,39) | 1,00 (0,02) | 1,04 (0,01) | 0,10 | 1,00 (0,01) |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 1,00 (0,08) | 1,01 (0,28) | 1,00 (0,04) | 1,04 (0,02) | 0,11 | 1,00 (0,01) |
| Tanque | EM*1 + Zeo, Cub. | 1,01 (0,26) | 1,00 (0,07) | 1,07 (1,75) | 1,04 (1,07) | 0,15 | 1,01 (0,23) |
| | EM*1 + Zeo, Ecu. | 1,00 (0,06) | 1,00 (0,04) | 1,00 (0,08) | 1,04 (0,06) | 0,13 | 1,01 (0,02) |
| | \bar{X} EM*1 + Zeo | 1,01 (0,16) | 1,00 (0,06) | 1,04 (0,91) | 1,04 (0,57) | 0,14 | 1,01 (0,13) |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 1,00 (0,05) | 1,00 (0,04) | 1,00 (0,07) | 1,04 (0,04) | 0,13 | 1,01 (0,02) |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 1,01 (0,15) | 1,02 (0,50) | 1,00 (0,02) | 1,04 (0,01) | 0,10 | 1,00 (0,02) |
| | \bar{X} | 1,00 (0,10) | 1,01 (0,27) | 1,00 (0,04) | 1,04 (0,02) | 0,12 | 1,00 (0,02) |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 1,00 (0,07) | 1,02 (0,40) | 1,00 (0,02) | 1,04 (0,01) | 0,10 | 1,00 (0,02) |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 1,00 (0,09) | 1,01 (0,31) | 1,00 (0,04) | 1,04 (0,02) | 0,11 | 1,00 (0,02) |
| Consumo | EM*1 + Zeo, Cub. | 1,01 (0,25) | 1,00 (0,07) | 1,07 (1,73) | 1,04 (1,06) | 0,16 | 1,01 (0,23) |
| | EM*1 + Zeo, Ecu. | 1,00 (0,06) | 1,00 (0,05) | 1,00 (0,08) | 1,04 (0,06) | 0,13 | 1,01 (0,03) |
| | \bar{X} EM*1 + Zeo | 1,01 (0,15) | 1,00 (0,06) | 1,04 (0,90) | 1,04 (0,56) | 0,15 | 1,01 (0,13) |
| | Mic. Aut. - 5ml/L | 1,00 (0,04) | 1,00 (0,05) | 1,00 (0,07) | 1,04 (0,04) | 0,13 | 1,01 (0,05) |
| | Mic. Aut. - 10ml/L | 1,01 (0,18) | 1,02 (0,44) | 1,00 (0,03) | 1,04 (0,01) | 0,10 | 1,00 (0,01) |
| | \bar{X} | 1,00 (0,11) | 1,01 (0,24) | 1,00 (0,05) | 1,04 (0,02) | 0,12 | 1,00 (0,03) |
| | Mic. Aut. - 15ml/L | 1,00 (0,07) | 1,01 (0,31) | 1,00 (0,02) | 1,04 (0,01) | 0,10 | 1,00 (0,01) |
| | \bar{X} Mic., Aut. | 1,00 (0,10) | 1,01 (0,26) | 1,00 (0,04) | 1,04 (0,02) | 0,11 | 1,00 (0,02) |

Zeo., Cub: Zeolita Cubana. Zeo., Ecu: Zeolita Ecuatoriana. ®EM•1: Microrganismos eficientes. \bar{X} Valores promedios

Cuadro N° 42. Resumen del análisis de varianza para las variables metales, hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), plomo (Pb), cobalto (Co), cromo (Cr) en la localidad de Balsa en Medio.

| Fuente de variación | | Gl | Cuadrados Medios | | | | | |
|---------------------|---|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | | Fe | Mn | Cu | Pb | Co | Cr |
| Vertiente | EM•1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 4,7x10 ^{-5**} | 4,3x10 ^{-4**} | 0,01** | 9,3x10 ^{-6**} | 3,6x10 ^{-3**} | 6,7x10 ^{-6**} |
| | EM•1 + Zeo. Ecu vs EM•1 + Zeo. Cub. | 1 | 1,4x10 ^{-4**} | 3,9x10 ^{-6ns} | 0,01** | 1,4x10 ^{-5**} | 8x10 ^{-4**} | 1,5x10 ^{-6**} |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 1,5x10 ^{-6ns} | 1,2x10 ^{-4*} | 3,8x10 ^{-6*} | 5,9x10 ^{-9*} | 3,4x10 ^{-4*} | 6,2x10 ^{-7*} |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 3,3x10 ^{-5**} | 5,3x10 ^{-4**} | 7,6x10 ^{-6**} | 1,2x10 ^{-8**} | 1x10 ^{-3**} | 1,9x10 ^{-6**} |
| | Bloque | 3 | 5,2x10 ⁻⁷ | 2,1x10 ⁻⁵ | 1,0x10 ⁻⁶ | 1,6x10 ⁻⁹ | 2,2x10 ⁻⁴ | 4,0x10 ⁻⁷ |
| | Error | 12 | 1,4x10 ⁻⁶ | 1,9x10 ⁻⁵ | 6,9x10 ⁻⁷ | 1,1x10 ⁻⁹ | 5,2x10 ⁻⁵ | 9,5x10 ⁻⁸ |
| | CV (%) | | 0,12 | 0,43 | 0,08 | 3,1x10 ⁻³ | 6,07 | 0,03 |
| Tanque | EM•1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 4,4x10 ^{-5**} | 5,6x10 ^{-4**} | 0,01** | 9,2x10 ^{-6**} | 0,01** | 9,3x10 ^{-6**} |
| | EM•1 + Zeo. Ecu vs EM•1 + Zeo. Cub. | 1 | 1,4x10 ^{-4**} | 4,6x10 ^{-6ns} | 0,01** | 1,4x10 ^{-5**} | 8x10 ^{-4**} | 1,5x10 ^{-6**} |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 4,0x10 ^{-6**} | 8,3x10 ^{-5**} | 2,8x10 ^{-6ns} | 4,4x10 ^{-9ns} | 6x10 ^{-4**} | 1,1x10 ^{-6**} |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 3,9x10 ^{-5**} | 7,5x10 ^{-4**} | 8,4x10 ^{-6ns} | 1,3x10 ^{-8*} | 1,8x10 ^{-3**} | 3,3x10 ^{-6**} |
| | Bloque | 3 | 1,4x10 ⁻⁶ | 1,1x10 ⁻⁵ | 1,1x10 ⁻⁶ | 1,6x10 ⁻⁹ | 1,9x10 ⁻⁴ | 3,5x10 ⁻⁷ |
| | Error | 12 | 3,3x10 ⁻⁷ | 7,3x10 ⁻⁶ | 1,0x10 ⁻⁶ | 1,6x10 ⁻⁹ | 4,8x10 ⁻⁵ | 8,7x10 ⁻⁸ |
| | CV (%) | | 0,06 | 0,27 | 0,10 | 3,8x10 ⁻³ | 5,60 | 0,03 |
| Consumo | EM•1 + Zeo. vs. Mic. Aut. | 1 | 2,8x10 ^{-5**} | 3,7x10 ^{-4**} | 0,01** | 8,9x10 ^{-6**} | 0,01** | 1,2x10 ^{-5**} |
| | EM•1 + Zeo. Ecu vs EM•1 + Zeo. Cub. | 1 | 1,4x10 ^{-4**} | 1,5x10 ^{-6ns} | 0,01** | 1,3x10 ^{-5**} | 1,5x10 ^{-3**} | 2,8x10 ^{-6**} |
| | Mic. Aut. 15 ml/L vs. Mic. Aut. 10 y 5 ml/L | 1 | 8,3x10 ^{-6**} | 1,9x10 ^{-5ns} | 6,1x10 ^{-6*} | 9,5x10 ^{-9*} | 6,0x10 ^{-4**} | 1,1x10 ^{-6**} |
| | Mic. Aut. 10 ml/L vs. Mic. Aut. 5 ml/L | 1 | 7,0x10 ^{-5**} | 5,5x10 ^{-4**} | 6,0x10 ^{-6*} | 9,3x10 ^{-9*} | 1,8x10 ^{-3**} | 3,3x10 ^{-6**} |
| | Bloque | 3 | 4,7x10 ⁻⁷ | 3,2x10 ⁻⁵ | 1,0x10 ⁻⁶ | 1,6x10 ⁻⁹ | 7,2x10 ⁻⁵ | 1,3x10 ⁻⁷ |
| | Error | 12 | 6,0x10 ⁻⁷ | 1,9x10 ⁻⁵ | 7,5x10 ⁻⁷ | 1,2x10 ⁻⁹ | 2,2x10 ⁻⁵ | 4,0x10 ⁻⁸ |
| | CV (%) | | 0,08 | 0,43 | 0,09 | 3,3x10 ⁻³ | 3,74 | 0,02 |

Gl: Grados de libertad. ®EM•1: Microorganismos eficientes. Zeo: Zeolitas. Mic. Aut: Microorganismos autóctonos. Zeo., Cub: Zeolita Cubana. Zeo., Ecu: Zeolita Ecuatoriana. CV (%): Coeficiente de variación en porcentaje.

Es bien conocido que los metales pesados, elementos de alto peso molecular, generan toxicidad y tendencia a bioacumularse en la cadena alimenticia a bajas concentraciones, provocando daños a los animales, plantas y por consiguiente, a la salud humana. Bajo las condiciones de esta investigación, los tenores de los elementos Fe, Mn, Cu y Co obtenidos se mantuvieron dentro de los valores permisibles estipulados en las normas NTE INEN 1108 (2014) y NTE INEN 2200 (2017), mientras que para los tenores de los elementos Pb y Cr estuvieron por encima de los límites permisibles.

En relación a los tratamientos aplicados para el control de estas variables, la tendencia fue a obtener mayor eficiencia con la aplicación de microorganismos autóctonos, con efectividad en orden decreciente de las dosis aplicadas. La utilización de zeolita ecuatoriana tendió a ser más eficiente que la zeolita cubana en la regulación de los niveles de los metales pesados evaluados.

El hierro y el manganeso son aportados naturalmente a las aguas superficiales y subterráneas a partir de las rocas y el suelo, por ello es común que se encuentre en fuentes de abastecimiento de sistemas de acueducto. Los tenores de Fe fluctuaron entre 0,04 y 0,26 mg/L, muy similar para todas las localidades independientemente de la fuente muestreada; mientras que los tenores de Mn se mantuvieron en un rango de 0,04 a 0,83 mg/L con orden decreciente de las localidades Severino > Julián > Balsa en Medio. Cuchimaque *et al.*, (2016) afirman que la presencia de Fe y Mn en el agua potable causa problemas estéticos, así como de operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento, ya que se forman precipitados de Fe y Mn que se depositan en el interior de las tuberías y reducen su capacidad, ocasionando pérdidas de presión en la red de conducción.

Tradicionalmente, el proceso de adsorción ha sido el más eficiente en control de los metales pesados en el tratamiento de aguas para consumo humano. Holanda *et al.*, (2017) señalan que las zeolitas naturales poseen alta capacidad de intercambio catiónico, lo cual le confiere gran afinidad por

metales en solución los cuales se incorporan en su estructura cristalina, y representan una alternativa efectiva como medio de filtración para la disminución de Fe y Mn en el agua natural.

Por otro lado, Cuchimaque *et al.*, (2016) aseveran que la remoción biológica de Fe y Mn por bacterias oxidantes ha desplazado los tratamientos fisicoquímicos convencionales, ya que no genera contaminación secundaria, no hay productos derivados químicamente potencialmente peligrosos y sin costos adicionales de química. Adicionalmente, junto a la remoción de Fe y Mn se produjo la remoción de dureza siendo proporcional la remoción de estos metales.

Los niveles de cobre fluctuaron entre 0,02 y 1,78 mg/L, con tendencias a obtenerse mayores concentraciones en las vertientes de las diferentes localidades. La utilización de zeolita ecuatoriana resultó tan eficiente como la utilización de microorganismos autóctonos, en sus diferentes dosis, en la reducción de los tenores de Cu. Salazar (2017) señala que proceso de adsorción de los iones cobre en lechos filtrantes de zeolita alcanzó el estado de equilibrio alrededor de los 80 minutos, estableciéndose éste como el tiempo requerido para la obtención de la mayor remoción.

En relación al cobalto, se obtuvieron rangos de variación de 0,10 a 0,15 mg/L, con muy pocas variaciones en las diferentes localidades, y sin influencia de las fuentes de agua muestreadas. Al igual que en el caso anterior, la utilización de zeolita ecuatoriana resultó con igual eficiencia que la utilización de microorganismos autóctonos, en sus diferentes dosis. Por su parte, Erdem *et al.* (2004) estudiando la adsorción de la zeolita clinoptilolita, predominante en la zeolita cubana, constataron que la adsorción depende de la densidad de carga y del diámetro del ion hidratado, y obtuvieron una secuencia de selectividad en el siguiente orden: $\text{Co}^{+2} > \text{Cu}^{+2} > \text{Zn}^{+2} > \text{Mn}^{+2}$.

Particulares atenciones requieren las concentraciones de plomo, cuyos tenores excedieron los niveles permisibles en todas las localidades y en todas las fuentes de agua muestreadas. Los valores fluctuaron entre 0,01

y 1,08 mg/L. Ninguno de los tratamientos evaluados logró reducir los niveles dentro de los rangos adecuados. A nivel mundial, entre el 80% y el 85% de los niveles de plomo en el ambiente se asocian a las emanaciones de las combustiones de los vehículos impulsados por combustibles que contiene antidetonantes (gasolina, diésel, gas natural).

La Figura N° 22 muestra el comportamiento de los tratamientos sobre la concentración de Pb. Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de los microorganismos autóctonos, con eficiencia decreciente en función de las dosis aplicadas. Llama la atención que diferentes investigadores reportan la eficiencia de las zeolitas en la adsorción de Pb (Ramírez, 2017; Curi *et al.*, 2006; Farajzadeh y Monji, 2004), lo cual coincide con estos resultados, pero con una eficiencia inferior al uso de microorganismos.

Paredes (2014) señala que el método más común para la eliminación de plomo procedente de efluentes industriales es la precipitación en forma de hidróxido, añadiendo sosa cáustica (NaOH) o cal (CaO) para obtener un pH alcalino, con adición de sulfato de hierro y de aluminio como coagulantes. También señala tratamientos de adsorción en distintas etapas, dando muy buenos resultados en la disminución de la concentración de plomo. Estos métodos utilizan adsorbentes sólidos como la arena, la sílica, el carbón y la alúmina, para eliminar plomo de sistemas acuosos.

Curi *et al.* (2006) encontraron que la clinoptilolita (predominante en la zeolita cubana) fue más eficiente que la mordenita (predominante en la zeolita ecuatoriana) en la remoción de plomo, lo cual estuvo correlacionado con la relación Si/Al de ellas. Estos resultados difieren de los encontrados en esta investigación, donde la zeolita ecuatoriana resultó más eficiente que la zeolita cubana.

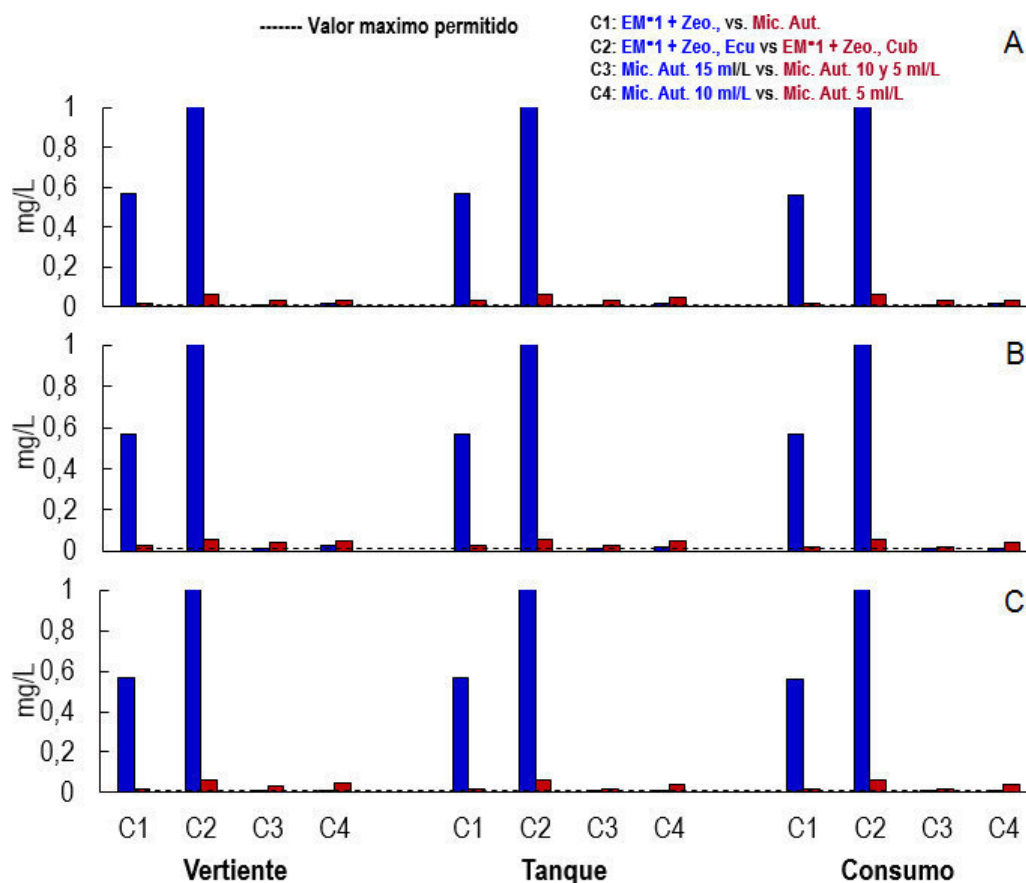


Figura N° 22. Promedio de los contrastes (C1, C2, C3 y C4) para la variable plomo en cada una de las fuentes muestreadas en las localidades de Severino (A), Julián (B) y Balsa en Medio (C).

Ramírez (2017) demostró que las concentraciones de Pb en el agua del río Pula en Ecuador sobrepasaron los límites establecidos en la normativa nacional e internacional y encontró que los sustratos más eficientes en la remoción de Pb fueron los filtros de zeolita, seguido de tratamientos orgánicos con *Musa paradisiaca*, *Spirodela intermedia* y *Lemna minor*.

Fioravanti (2005) afirma que muchos de los microorganismos naturales presentes en el compost, similares a los que contiene el complejo EM®, son capaces de transformar, de manera parcial o total, sustancias que contienen plomo como la gasolina, aceite, diésel, grasa, PCB's (PolyChlorinated Biphenyls), remanentes de la gasificación de carbón, desechos de refinería, insecticidas, herbicidas, TNT (TriNitroTolueno), entre otras.

En el caso del cromo, se obtuvieron concentraciones que excedieron los límites permisibles para todas las comunidades en todas las fuentes de agua muestreadas. Los tenores variaron entre 0,01 y 0,24 mg/L. El Cr es un elemento de origen natural, proveniente del ciclo biogeoquímico, generalmente transportado en los sedimentos, que puede alcanzar niveles peligrosos debido a actividades antrópicas asociadas a la industria y a la actividad agrícola.

La movilidad del cromo es muy limitada y depende del contenido de arcillas del terreno y, en menor medida, de la presencia de óxido de hierro, Fe_2O_3 , y materia orgánica. El cromo puede adsorberse irreversiblemente a la matriz de suelos, de forma totalmente no disponible para animales o plantas. En medios reductores, como los provocados por la inundación de los terrenos y la descomposición de materia vegetal, el cromo (II) puede formar complejos, lo que aumenta su solubilidad y movilidad (Duran y Jiménez, 2012).

Los tratamientos aplicados resultaron eficientes en reducir las concentraciones de cromo dentro de los niveles permisibles. Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de dosis de 10 a 15 ml/L de microorganismos autóctonos eficientes (Figura N° 23).

Diversos investigadores han incluido a las zeolitas como un componente esencial para el proceso de adsorción y reducción de Cr (VI), debido a sus excelentes propiedades y a su abundancia en el ámbito global (Wang y Peng, 2010; Mejía *et al.*, 2010; Asgari *et al.*, 2013). En los últimos años se han probado distintos tipos de modificación de bajos costos de las zeolitas, que han resultado en incrementos en adsorción y de la concentración de equilibrio del Cr en agua (Guocheng *et al.*, 2014).

Bajo las condiciones de la presente investigación, la zeolita ecuatoriana resultó más eficiente en la remoción del Cr que la zeolita cubana, logrando conducir los niveles de este elemento dentro de los límites permisibles. Este resultado podría estar asociado a la composición mineralógica y la distribución física de la estructura de poro de los materiales filtrantes.

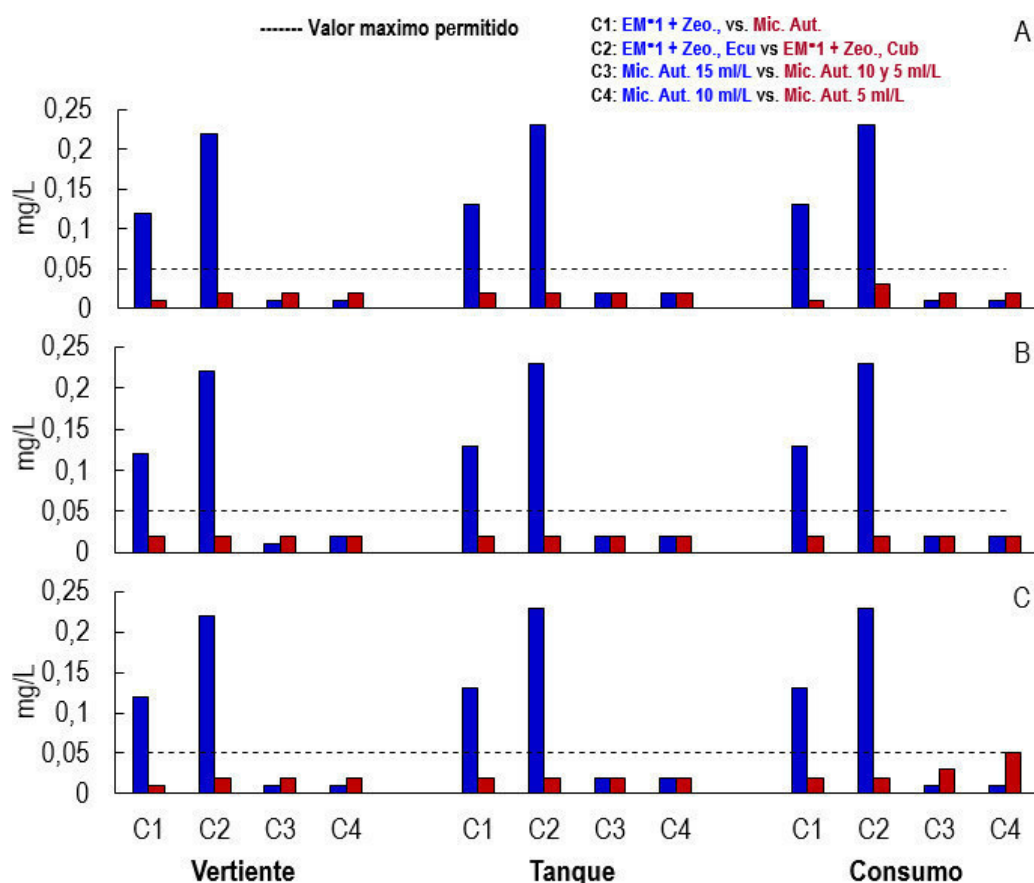


Figura N° 23. Promedio de los contrastes (C1, C2, C3 y C4) para la variable cromo en cada una de las fuentes muestreadas en las localidades de Severino (A), Julián (B) y Balsa en Medio (C).

En cuanto al tratamiento con microorganismos, García *et al.*, (2016) encontraron que cepas de *Bacillus* sp mostraron alta capacidad para la absorción de metales pesados (Cd > Cr > Pb > Mn), indicando que el proceso bioadsorción dependió del pH de la solución y se vio favorecido en tenores de 7 a 10, señalando que la biomasa biológica de podría usarse como material bioadsorbente para la eliminación de los metales pesados en soluciones acuosas.

Cañizares-Villanueva (2000) afirma que la biomasa microbiana puede ser usada, en su estado “natural” o modificada, para mejorar la eficiencia de bioadsorción, y asegura que la biomasa de *Bacillus* sp., no es selectiva y remueve Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, U y Zn (individuales o en mezcla), en un intervalo de concentraciones muy amplio, alcanzando cargas de metales

superiores al 10% del peso seco, con eficiencia de eliminación de aproximadamente 99%.

4.3 Prueba de hipótesis

La población de las comunidades bajo estudio de la microcuenca del río Carrizal presentan una cantidad significativa de enfermedades asociadas a la calidad del agua de consumo (Cuadro N°43).

Cuadro N° 43. Población de las comunidades afectada por enfermedades de calidad de agua

| | Balsa en Medio | Julián | Severino | Total | Proporción |
|---|----------------|------------|------------|------------|----------------|
| Total, población* | 183 | 241 | 110 | 534 | 100,00% |
| Disentería amebiana | 15 | 14 | 19 | 48 | 8,99% |
| Shigelosis | 18 | 11 | 15 | 44 | 8,24% |
| Cólera | 5 | 6 | 4 | 15 | 2,81% |
| Diarreas por otras causas | 23 | 24 | 31 | 78 | 14,61% |
| Infecciones por Campylobacter ssp. | 4 | 3 | 3 | 10 | 1,87% |
| Otras enfermedades | 16 | 13 | 19 | 48 | 8,99% |
| Dermatosis | 14 | 14 | 17 | 45 | 8,43% |
| Respiratorias | 16 | 15 | 13 | 44 | 8,24% |
| Total, enfermedades | 111 | 100 | 121 | 332 | 62,17% |

*Estimación para 2016, con los valores detallados en Cuadro N° 43, usados como base para la frecuencia relativa.

Fuente. El Autor (2017).

De la población existente en las comunidades bajo estudio para el año 2016, la mayor parte (62,17%) presentaron enfermedades asociadas al uso de agua de consumo de baja calidad. La mayoría de los casos presentaron diarreas por otras causas (14,61%), seguidos por disentería amebiana (8,99%), otras enfermedades (8,99%). La enfermedad que menos se presentó fue Campylobacter ssp. (1,87%).

Por tanto, se verifica estadísticamente que la mayor parte de la población de las comunidades bajo estudio de la microcuenca del río Carrizal ha presentado enfermedades asociadas a la calidad del agua de consumo.

El agua de suministro de las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal posee una calidad deficiente, sin cumplir la mayoría de los límites permisibles vigentes (Cuadro N°44)

El agua albarrada de la comunidad Julián es la de peores condiciones, ostentando un indicador ICA (NSF) de 47% considerada como “mala”, aunque cerca del límite correspondiente a la categoría “regular”, la comunidad Julián (ICA=49,44%) y Severino (51,1%) tuvieron aguas de consumo consideradas como regular.

Cuadro N° 44. Cumplimiento de los límites permisibles de la normativa vigente

| | | Julián | Balsa en Medio | Severino |
|---------------------|---------------------------|---------------|-----------------------|-----------------|
| ALBARRADAS | pH | C | C | C |
| | DBO ₅ | NC | NC | NC |
| | Nitratos | C | C | C |
| | Coliformes Fecales | C | C | C |
| | Turbiedad | C | C | C |
| GRIFOS | pH a 20 °C | C | C | C |
| | Color | NC | NC | NC |
| | Turbidez | NC | NC | NC |
| | Sólidos Disueltos Totales | C | C | C |
| | Sólidos Totales | C | C | C |
| | Dureza total | C | C | C |
| | Cloro libre residual | NC | NC | NC |
| | Aerobios Mesófilos | C | C | C |
| | E. Coli | NC | NC | NC |
| CUMPLIMIENTO | | 64,29% | 64,29% | 64,29% |

Fuente. El Autor (2017). (Ver cuadros 5 y 6 de valores permisibles según norma ecuatoriana) (C: cumple; NC: no cumple)

En cuanto al cumplimiento de la normativa vigente; el agua de albarrada de todas las comunidades excede los límites permisibles de DBO₅. Los parámetros restantes son cumplidos en su totalidad. En cuanto al agua de consumo los resultados de las muestras de agua hervida y sin hervir demuestran que el color, la turbidez, la dureza total, el cloro libre residual y la *E. coli*, fueron significativamente superiores al máximo admitido, tanto en el agua hervida como sin hervir, alcanzando un total de 64,29% de cumplimiento de los límites permisibles de la normativa vigente.

En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se asume que la calidad de agua en las comunidades en estudio es regular y se cumplen la mayoría de los límites permisibles de la normativa vigente.

El sistema de potabilización del agua de suministro aplicable mejora la calidad de agua de suministro en las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal.

Analizando las condiciones de calidad del agua de albarrada y consumo humano, además de las condiciones de vida de las comunidades en estudio se propone un proceso de filtración en múltiples etapas (FiME) gravitatorio a través de grava, arena, gruesa y arena fina, pasando luego por un filtro de zeolita y finalmente un sistema de desinfección por cloración.

En términos de eficiencias de remoción medias de las tres comunidades, la DBO₅ se eliminó en un 84%; en un 97% los Sólidos Totales; en un 91% los Coliformes Fecales y; en otro 88% la Turbiedad. Estas eficiencias propiciaron valores por debajo de los límites establecidos para agua potable, según la normativa correspondiente (INEN, 2014). En cuanto a la última capa de 25 cm de mordenita y el otro de clinoptilolita, mostraron una reducción significativa de metales pesados, particularmente Cu²⁺, Cr⁶⁺, Al³⁺, Fe³⁺ y, Co³⁺.

El sistema de potabilización propuesto se adapta a las condiciones económicas, sociales y técnicas de los habitantes de las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal

De acuerdo con las condiciones de Pobreza por NBI, el hacinamiento y la capacidad económica poseen el 93 y 95% respectivamente, constituyéndose como las mayores negatividades, siguiéndoles el acceso a la vivienda (84%), acceso a servicios básicos (80%) y, acceso a la Educación Básica (73%).

El sistema de tratamiento es de fácil operación y mantenimiento por lo que los habitantes de la comunidad a pesar de las mínimas condiciones de educación podrían colaborar para optimizar su funcionamiento, a la vez que esta actividad les permite aumentar los ingresos económicos que perciben en sus hogares, incrementar significativamente la calidad de vida de las tres comunidades bajo estudio, particularmente las subpoblaciones más vulnerables como niños, niñas y adultos mayores.

El sub total para los tres sistemas (uno para cada comunidad) será de \$8.037,00, que adicionándole el 15% de imprevistos, se estima en \$9.242,55, es decir un total de \$ 27.727,65 para la instalación del sistema en las tres comunidades.

5 CAPITULO 5: IMPACTOS

5.1 Propuesta de sistema de tratamiento

Analizando las condiciones de calidad del agua de albarda y consumo humano, además de las condiciones de vida de las comunidades en estudio se propone un proceso de filtración en múltiples etapas (FiME) gravitatorio a través de grava, arena, gruesa y arena fina, pasando luego por un filtro de zeolita y finalmente un sistema de desinfección por cloración (Ver Figura N° 24). Este sistema deberá ser implementado en cada una de las tres comunidades.

Para el dimensionamiento del sistema de tratamiento es necesario estimar el caudal de funcionamiento, por lo que fue necesario determinar la población durante el tiempo de vida útil del sistema. De acuerdo con la OPS (2005) los sistemas de filtración tienen un período de duración de 8 a 12 años, operando en un rango de 24 h/día, con un mínimo de dos unidades trabajando a la vez.

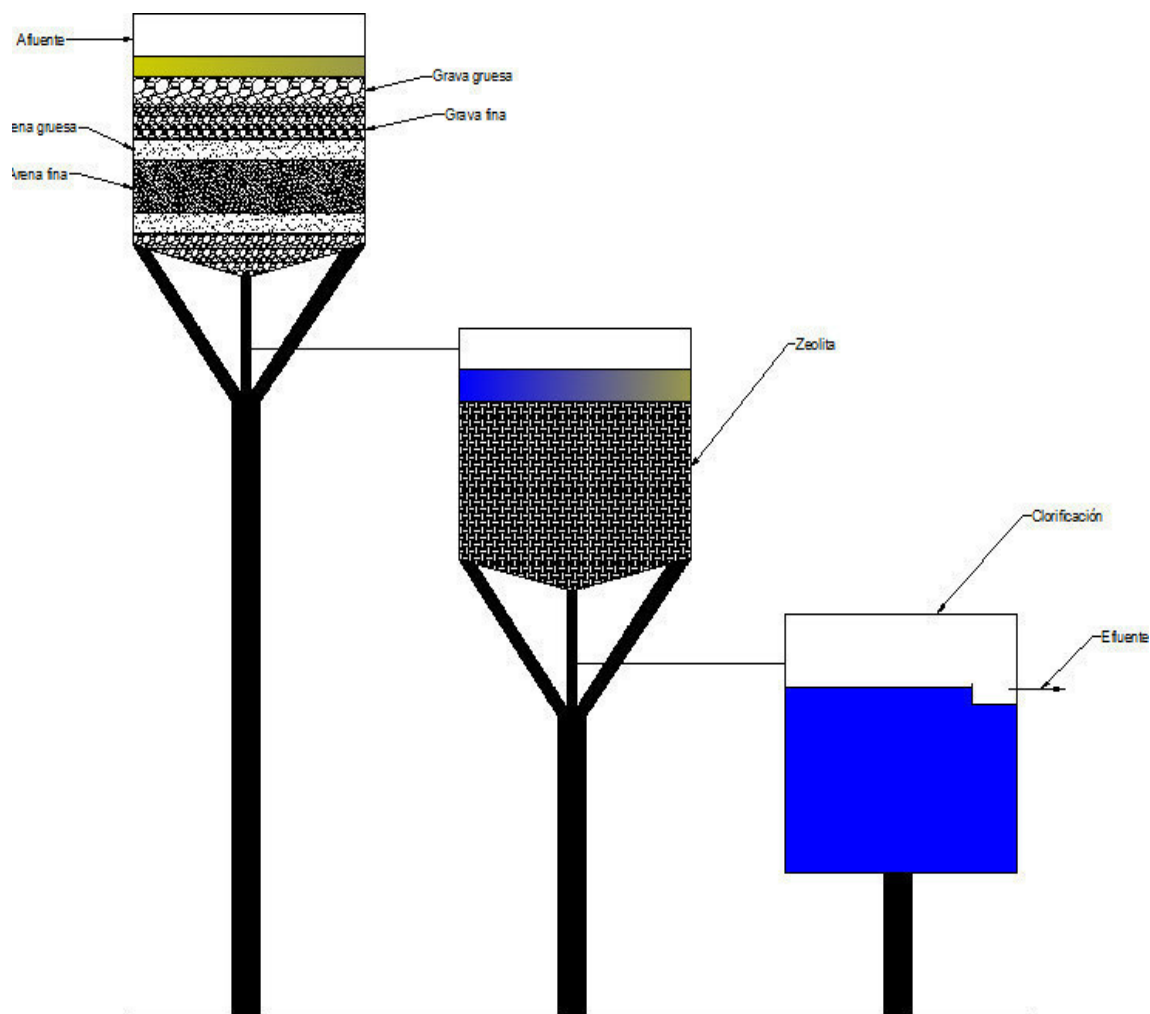


Figura N° 2418. Esquema del sistema de tratamiento propuesto
 Fuente: Autor (2017)

Considerando un abastecimiento promedio de $150 \text{ dm}^3/\text{hab. d}$ (OMS, 2003) y una población de 311 habitantes, en la comunidad con mayor población hasta el año 2029 (Ver Cuadro N° 45), se necesita filtrar un caudal de aproximadamente $46650 \text{ dm}^3/\text{día}$, es decir $46,65 \text{ m}^3/\text{día}$ en cada población.

Cuadro N°45. Crecimiento de población para el tiempo de funcionamiento del sistema de tratamiento

| | Julián | Severino | Balsa en medio |
|--|--------|----------|----------------|
| 2013 | 215 | 105 | 183 |
| 2017 | 250 | 190 | 177 |
| Tasa de crecimiento | 0,0384 | 0,0171 | -0,0004 |
| Promedio de tasa de crecimiento | | 0,0184 | |
| 2029 | 311 | 236 | 220 |

Fuente: Autor (2017)

Para la construcción de los sistemas de tratamiento se propone la utilización de dos tanques Rotoplast tipo tolva de 7000 lts, cada uno de los cuales posee un área de filtración de $4,524 \text{ m}^2$, por lo que se estima una velocidad de filtración de $0,215 \text{ m/h}$ que cuidará de mantenerse en todo el proceso. En cuanto al filtrado con Zeolita es necesaria la utilización de un solo tanque tipo tolva de 14000 lts, las dimensiones de ambos tanques se detallan en la Figura N° 25.

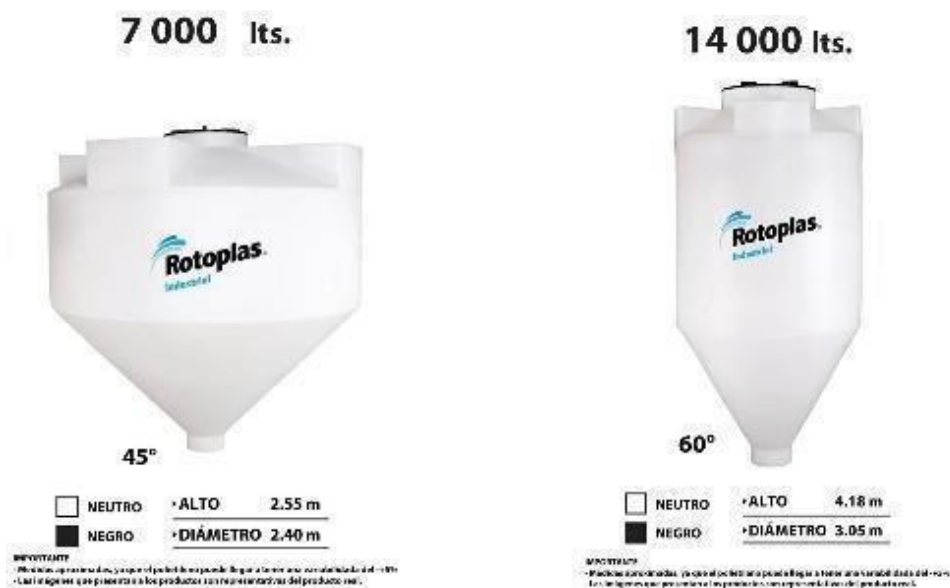


Figura N° 25. Tanque Rotoplast para el filtro diseñado y la zeolita

5.1.1 Filtración a través de arena y grava (Figura N° 26)

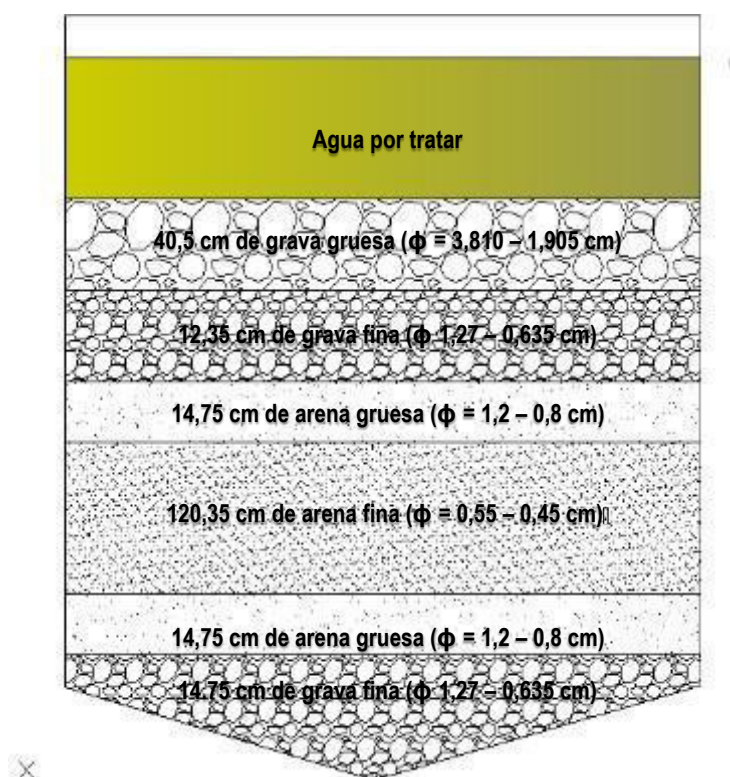


Figura N° 26. Dimensiones del filtro con arena y grava
Fuente: Autor (2017)

Para el alcance de la viabilidad de la investigación, se aplicó el modelo a escala, considerado 10 dm^3 del agua albarrada de cada una de las tres comunidades, asumiéndose como iniciales los valores medios de los parámetros DBO_5 , Sólidos Totales, Coliformes Fecales y Turbiedad (Cuadro N° 46) y como finales la media de los obtenidos al final del ensayo. De cada uno de los conjuntos de 10 dm^3 de las aguas filtradas se tomó una muestra para análisis.

Cuadro N°46. Eficiencias de remoción por filtración de parámetros indicadores de la contaminación del agua albarrada en Balsa en Medio

| Parámetro | Unidades | Balsa en Medio | | | Julian | | | Severino | | |
|---------------------------|-------------------------|----------------|------|--------|--------|------|--------|----------|------|--------|
| | | A | E | GR (%) | A | E | GR (%) | A | E | GR (%) |
| DBO5 | mg/dm ³ | 3,67 | 0,55 | 85,01 | 2,67 | 0,4 | 85,02 | 3 | 0,52 | 82,67 |
| Sólidos Totales | mg/dm ³ | 184,67 | 7,23 | 96,08 | 190,67 | 5,48 | 97,13 | 195,67 | 4,78 | 97,56 |
| Coliformes Fecales | NMP/100 cm ³ | 75 | 6,58 | 91,23 | 78,33 | 7,05 | 91,00 | 79,67 | 6,59 | 91,73 |
| Turbiedad | NTU | 8,33 | 0,96 | 88,48 | 8 | 0,8 | 90,00 | 7,33 | 1,06 | 85,54 |

A: Afluente, E: Efluente, GR: Grado de remoción

Fuente. El Autor (2017).

En términos de eficiencias de remoción medias de las tres comunidades, la DBO5 se eliminó en un 84%; en un 97% los Sólidos Totales; en un 91% los Coliformes Fecales y; en otro 88% la Turbiedad. Estas eficiencias propiciaron valores por debajo de los límites establecidos para agua potable, según la normativa correspondiente (INEN, 2014). De cualquier manera y como medida de seguridad en la eliminación de organismos patógenos se propuso un sistema de desinfección con cloro, que se describe más adelante.

5.1.2 Intercambio iónico con zeolitas

Se ha considerado en este epígrafe hacer una incursión en el aporte a la ciencia y, particularmente a la tecnología de los resultados obtenidos en la investigación. Para abordar este aspecto, se implementó, a escala de laboratorio, una columna intercambiadora de cationes que complete el tratamiento del agua.

La empaquetadura utilizada fue de dos tipos de zeolitas, una con clinoptilolita y la otra con mordenita, que funcionaron como últimas capas a continuación de la

filtración tradicional con arena y grava. Cabe destacar la mordenita es un tipo de zeolita diferente de la clinoptilolita (la zeolita comúnmente más empleada), minerales de la clase de los tectosilicatos, aluminosilicatos hidratados de Sodio, Calcio, Magnesio, Potasio y otros alcalinos y alcalinos térreos que se encuentran en forma natural en la tierra; sus estructuras cristalinas, eléctricamente cargadas pueden ser utilizadas para retener cationes o aniones en el tratamiento de agua.

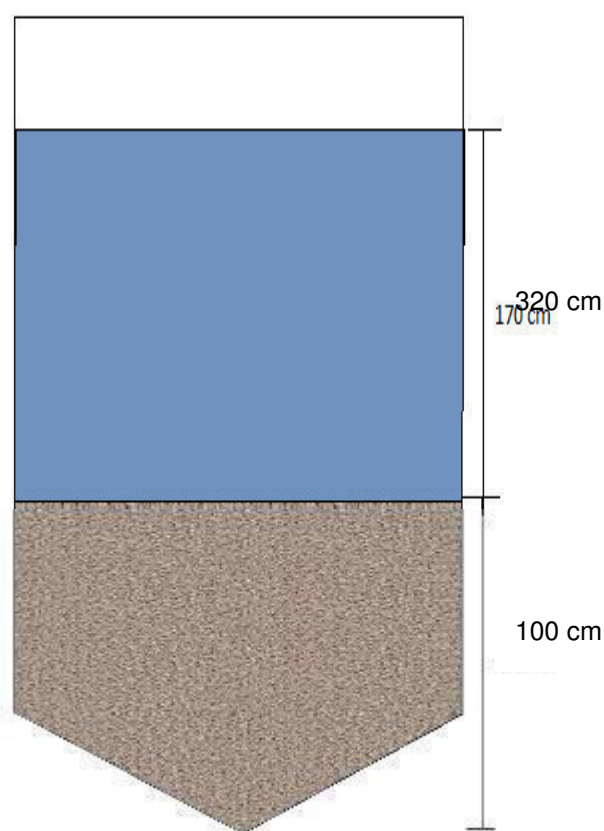


Figura N° 27. Dimensiones del filtro de zeolita
Fuente: Autor (2017)

Mediante una prueba piloto se comprobó que la zeolita ecuatoriana tiene una velocidad de filtración de aproximadamente $0,266 \text{ m/h}$ y la cubana $0,264 \text{ m/h}$ (Ver Cuadro N° 47). Para mantener el caudal necesario para las comunidades $46,65 \text{ m}^3/\text{día}$, se propone utilizar el tanque de 14000 lts descrito en la Figura N° 27, el cual al poseer un área superficial de $7,306 \text{ m}^2$, ayudará a mantener el caudal que necesitan las comunidades.

Cuadro N°47. Velocidad de filtración de las zeolitas

| | Unidades | Zeolita ecuatoriana | Zeolita cubana |
|--------------------------------|--|---------------------|-------------------|
| Velocidad de filtración | $\text{m}^2/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ | $0,266 \pm 0,01$ | $0,264 \pm 0,012$ |

Fuente: Autor (2017)

La clinoptilolita es la zeolita sobre la cual más datos de intercambio catiónico se han obtenido y la más abundante en la naturaleza, se ha probado también la remoción de metales pesados contenidos en los efluentes de las capas de filtración (arena y grava), con la utilización de mordenita en una filtración extra.

La mordenita se caracteriza por un espectro bidimensional de canales, respecto a moléculas con diámetros críticos menores que el diámetro del canal más angosto, siendo en cambio unidimensional para las moléculas grandes (Córdova, *et al.*, 2014).

En el Cuadro N° 48 están caracterizados los valores de las concentraciones de los principales metales pesados considerados en el estudio, así como los resultados de remoción de metales pesados diferenciados por el uso ya sea de clinoptilolita o de mordenita como materiales adsorbentes.

Cuadro N° 48. Análisis de la remoción de los principales metales pesados en las muestras de agua analizadas

| | |
|------------------------|---|
| Hierro (Fe3+) | En el agua albarrada el hierro (III) sobrepasó el límite de TULSMA en un 19%. La adsorción con clinoptilolita mostró una eficiencia del 8%; mientras que con mordenita fue del 27%, reduciéndose, con este último intercambiador catiónico a un valor por debajo del límite superior admisible. |
| Aluminio (Al3+) | En el agua albarrada el aluminio sobrepasó el límite de TULSMA en un 29%. La adsorción con clinoptilolita mostró una eficiencia del 7%; mientras que con mordenita fue del 36%, reduciéndose, con este último intercambiador catiónico a un valor por debajo del límite superior admisible. |
| Cobalto (Co3+) | En el agua albarrada el cobalto (III) sobrepasó el límite de TULSMA en un 5%. La adsorción con clinoptilolita mostró una eficiencia del 7%; mientras que con mordenita fue del 36%, reduciéndose, con este último intercambiador catiónico a un valor por debajo del límite superior admisible. |
| Cromo VI (Cr6+) | En el agua albarrada el Cromo VI sobrepasó el límite de TULSMA en un 87%. La adsorción con clinoptilolita mostró una eficiencia del 76%; mientras que con mordenita fue del 92%, reduciéndose, con este último intercambiador catiónico a un valor por debajo del límite superior admisible. |

Fuente. El Autor (2017).

Los resultados obtenidos en dos filtros a escala de laboratorio con una última capa de 25 cm de mordenita y el otro de clinoptilolita, mostraron una reducción significativa de metales pesados, particularmente Cu^{2+} , Cr^{6+} , Al^{3+} , Fe^{3+} y Co^{3+} (Cuadro N° 49), los cuales no habían sido removidos en las capas de arena y grava anteriores a la adsorción con este poco usado tipo de zeolita.

Cuadro N° 48. Concentraciones de los principales metales pesados

| Metal pesado | Unidades | Agua albarrada (muestra conjunta de las 3 comunidades) | Agua procesada (filtración arena y grava más clinoptilolita) | Agua procesada (filtración arena y grava más mordenita) | Límites permisibles (TULSMA) | Eficiencia de eliminación (clinoptilolita) (%) | Eficiencia de eliminación (mordenita) (%) |
|--------------------------|--------------------|---|---|--|---|---|--|
| Cobre | mg/dm ³ | 1,80 | 1,20 | 0,80 | 1,00 | 33,33 | 55,56 |
| Plomo (total) | | 1,07 | 0,07 | 0,07 | 0,05 | 93,46 | 93,46 |
| Hierro (total) | | 0,37 | 0,34 | 0,27 | 0,30 | 8,11 | 27,03 |
| Aluminio | | 0,14 | 0,13 | 0,09 | 0,10 | 7,14 | 35,71 |
| Cobalto | | 0,21 | 0,19 | 0,19 | 0,20 | 9,52 | 9,52 |
| Cromo hexavalente | | 0,38 | 0,09 | 0,03 | 0,05 | 76,32 | 92,11 |

Fuente. El Autor (2017).

En general los resultados demuestran que la mordenita tiene una mayor eficiencia en la remoción de metales pesados, pues su mecanismo de intercambio iónico se ajusta más a la teoría del llenado volumétrico de Microporos de Dubinin que la clinoptilolita, concordando más con el criterio de la superficie específica, lo cual coincide con lo investigado por Autie-Pérez *et al.* (2011) para otras zeolitas diferentes de la clinoptilolita.

5.1.3 Desinfección con cloro activo

El final del proceso de potabilización propuesto consiste en la desinfección con cloro, mediante un reactor agitado, de acero inoxidable, en el que se pone en contacto íntimo el cloro con el agua la cual, al haber sido filtrada, es apropiada para que una concentración de 5 mg de cloro activo por dm^3 de agua, sea suficiente para la destrucción de microorganismos en un tiempo de retención hidráulico (TRH) de 30 minutos (Metcalf y Eddy, Inc., 1996).

Es decir, que para la potabilización de los $32,40 \text{ dm}^3/\text{min}$ ($46,65 \text{ m}^3/\text{día}$) se implementarán tanques cloradores el que muestra en el esquema de la Figura N° 28, funcionando con una velocidad de agitación de 3000 rpm.

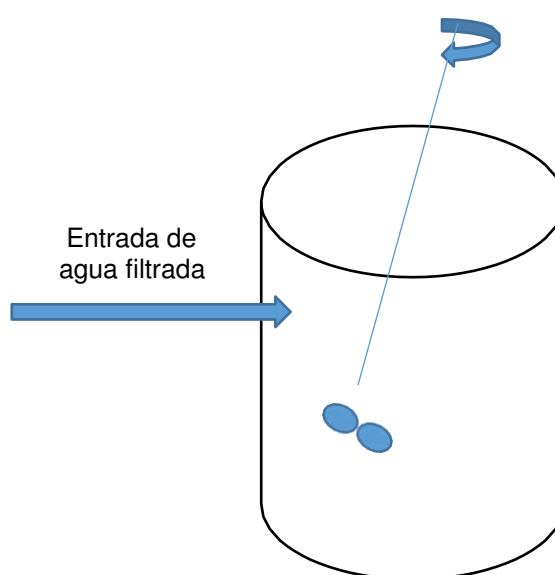


Figura N° 28. Tanque de cloración.
Fuente. El Autor (2017).

El volumen ($V_{Cloración}$) del tanque de cloración se calcula:

$$V_{Cloración} = Q(TRH)$$

$$V_{Cloración} = 32,40 \frac{dm^3}{min} (30 min)$$

$$V_{Cloración} = 971,875 dm^3$$

El tanque de forma cilíndrica será de un volumen superior a $971 dm^3$, por lo que se propone utilizar tanques rotoplast de 1100 Lts, el cual será dotado de 4 deflectores verticales igualmente distanciados en las paredes del tanque, para evitar vórtices y el eje del agitador tendrá una inclinación de 15° con respecto a la vertical.



Figura N° 29. Tanques Rotoplast para el proceso de desinfección

Para la instalación del clorador es necesario crear un pequeño circuito de recirculación que obligue al paso de un pequeño caudal del agua a través de la célula de medición de concentración. El agitador de hélice a utilizar posee elementos impulsores de hojas cortas (corrientemente de menos de

la cuarta parte del diámetro del tanque, 12 cm en este caso); giran a gran velocidad (de 500 a varios millares de rpm, 3000 en este caso).

Al tanque se le introduce cloro activo mediante un clorador amperométrico, que mantiene una concentración constante de 5 g de cloro/dm³ de agua a tratar, efluente del proceso de filtración ya descrito. La verificación del nivel de cloro libre presente en el agua potable la realiza una sonda amperométrica para cloro libre.

En función del nivel detectado por la sonda, a través del controlador digital, el sistema actúa sobre la bomba dosificadora de hipoclorito de sodio (NaClO), compuesto químico fuertemente oxidante y económico que contiene cloro en estado de oxidación (+1). El sistema dosifica el producto manteniendo el valor de concentración deseado (Russell, 2015)

Por razones de viabilidad se realizó por triplicado, una prueba de cloración conjunta con las aguas filtradas e intercambiadas iónicamente de las tres comunidades. Los resultados de una prueba piloto con un reactor de 4,5 dm³ de volumen efectivo (5,0 dm³ de volumen total), dotado de un rotor con hélice (3000 rpm) se muestran en el Cuadro N° 50.

Cuadro N° 50. Resultados del proceso de desinfección con hipoclorito de sodio.

| Prueba de cloración No. | Unidades | Concentraciones de Coliformes Fecales | | Eficiencias remoción (%) |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|----------|--------------------------|
| | | Afluente | Efluente | |
| 1 | NMP/100 cm ³ | 6,58 | 0,83 | 87 |
| 2 | | 7,05 | 0,95 | 87 |
| 3 | | 6,59 | 0,93 | 86 |
| Media | | 6,74 | 0,90 | 87 |

Fuente. El Autor (2017).

5.2 Costos de implementación de la propuesta

A continuación, se realiza una estimación del costo general (Cuadro N° 50) de implementación de la propuesta. El proceso de filtración es de bajo costo, pues el tanque es de plástico con revestimiento antifúngico y sin recirculación. Igualmente se necesitan 3 bombas centrífugas 1hp 1x1 Qb80, de 112 USD cada una.

El sistema de cloración cuyos tanques, hélices y ejes serán de acero inoxidable, se estima en 950 USD cada uno y, el sistema de alimentación amperométrico de hipoclorito de sodio, en unos 3450 USD, disponibles en el mercado nacional.

Cuadro N° 50. Precios de la implementación del sistema de tratamiento

| | Precio unitario | Cantidad (por comunidad) | Precio por comunidad | Precio total |
|--|-----------------|--------------------------|----------------------|---------------------|
| Tolvas Rotoplast 7000lts. | \$800,00 | 2 | \$ 1.600,00 | \$ 4.800,00 |
| Tolvas Rotoplast 14000 lts. | \$1.000,00 | 1 | \$ 1.000,00 | \$ 3.000,00 |
| Tanques Rotoplast 1100lts. | \$225,00 | 1 | \$ 225,00 | \$ 675,00 |
| Bombas centrífugas | \$112,00 | 1 | \$ 112,00 | \$ 336,00 |
| Sistema de cloración | \$950,00 | 1 | \$ 950,00 | \$ 2.850,00 |
| Sistema de alimentación amperométrico | \$3.450,00 | 1 | \$ 3.450,00 | \$ 10.350,00 |
| Instalación general | \$700,00 | 1 | \$ 700,00 | \$ 2.100,00 |
| Subtotal | | | \$ 8.037,00 | \$ 24.111,00 |
| Imprevistos | 15% | | \$ 1.205,55 | \$ 3.616,65 |
| Total | | | \$ 9.242,55 | \$ 27.727,65 |

Fuente. El Autor (2017).

El sub total para los tres sistemas (uno para cada comunidad) será de \$8.037,00, que adicionándole el 15% de imprevistos, se estima en \$9.242,55, es decir un total de \$ 27.727,65 para la instalación del sistema en las tres comunidades. El costo es tan aceptablemente conveniente, que

podría ser recomendable la duplicación del sistema en cada comunidad, de manera que mientras uno está en fase de operación, el otro está en etapa de mantenimiento.

5.3 Beneficios que aporta la propuesta

Reconociendo que desde cualquier punto de vista uno de los deberes de las administraciones públicas, en sus diferentes niveles es garantizar el acceso de la población al consumo de agua potable, incluso, incrementando las restricciones en cuanto a su calidad, suficientemente, ha quedado demostrado que, al menos en las tres comunidades bajo estudio, Balsa en Medio, Julián y Severino, ubicadas en la parte alta de la microcuenca del río Carrizal, es necesaria la implementación de propuestas que tiendan al mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones, al menos, en lo que concierne al líquido vital.

Los beneficios que aporta la propuesta, de ser implementada, están directamente relacionados con el incremento significativo de la calidad de vida de las tres comunidades bajo estudio, particularmente las subpoblaciones más vulnerables como niños, niñas y adultos mayores.

Debe observarse que el total de pacientes atendidos durante el año 2016, en los diferentes niveles de prestación de salud en las tres comunidades y, cuyas dolencias se asocian a la ingestión y contacto con agua de consumo contaminada, fue considerablemente alto. Además, las características socioeconómicas de la población, según las NBI, son indicativos de niveles de pobreza relativamente altos, por lo que se dificulta resolver la problemática desde un ángulo individual o familiar. De esta forma la propuesta, que es global para las tres poblaciones, puede ser asumida por

las familias, como incluso se comprobó a través de la encuesta, en la disposición de estas a pagar por el buen servicio de agua potable.

Una vez resuelto el problema que se ha estudiado, tanto los habitantes como las autoridades, tendrán la posibilidad de ocuparse más en resolver las principales NBI, en vez de estar preocupados y ocupados en la solución de uno de los problemas que más ha aquejado a los seres humanos, o sea, hacer válido el derecho al consumo seguro del bien agua.

CONCLUSIONES

- ✓ El prototipo de potabilización desarrollado (FiME de arena y grava con la adición de un proceso de zeolita ecuatoriana y desinfección con cloro) contribuye a mejorar la calidad de agua de suministro y calidad de vida de las comunidades Severino, Julián y Balsa en Medio.
- ✓ En las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal predomina el consumo de agua directamente del río. Para el 2016 se detectaron 48 casos de disentería amebiana, 44 de shigelosis, 78 de diarreas, 9 casos de infecciones por *Campylobacter* ssp., 41 de dermatosis, 39 casos de enfermedades respiratorias y 43 afecciones diversas asociadas al contacto e ingesta de agua contaminada.
- ✓ Desde el punto de vista microbiológico, los mayores riesgos sanitarios corresponden a la localidad de Balsa en Medio, seguido por la localidad de Severino; mientras que el menor riesgo correspondió a la localidad de Julián. De acuerdo a los criterios ICA-NSF, las aguas de Balsa en Medio y Julián están clasificadas como “aguas poco contaminadas”, mientras que las aguas de la comunidad de Severino se clasifican como “aguas contaminadas”.
- ✓ Las variables fisicoquímicas y concentración de metales que no cumplen con las normativas aplicables a las condiciones de calidad de agua de consumo y cuerpos de agua dulce vigentes en Ecuador; son la turbidez, DBO₅, fosfatos, cloruros, plomo y cromo, los cuales exceden los límites permisibles para el consumo.
- ✓ Independiente de la localidad y de la fuente de agua, cuando se utilizan microorganismos autóctonos en la dosis de 15 ml/L y cuando se emplea la zeolita ecuatoriana como material filtrante se observó un mejoramiento significativo de las propiedades del agua.
- ✓ En el proceso de filtración propuesto, el filtrado por arenas+gravas ajustó los niveles de las variables DBO₅; sólidos totales; coliformes fecales y turbiedad a los límites permisibles para el agua de consumo humano. El uso de las zeolitas redujo significativamente

los tenores de cobre, plomo, hierro, aluminio, cobalto y cromo, siendo la mordenita la más eficiente; mientras que el tratamiento de cloración redujo en 87% la presencia de coliformes fecales en el agua. El sistema de tratamiento es de fácil operación y mantenimiento, sus costos son aceptables y los insumos requeridos para su implantación están disponibles en el Ecuador.

- ✓ El sistema de potabilización desarrollado es factible y se adapta a las condiciones económicas, sociales y técnicas de los habitantes de las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca del río Carrizal

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda, de acuerdo a los resultados de esta investigación poner en práctica un sistema de tratamiento de agua que involucre el uso de microorganismos autóctonos en dosis de 15 ml/L, a nivel del tanque o de consumo con un tratamiento adicional de filtrado en zeolita ecuatoriana.
- ✓ Se recomienda, la implementación de la propuesta descrita, particularmente si se considera que su costo de implementación (menos de 30000 USD) es apreciablemente inferior, al gran incremento de la calidad de vida que se espera generará, una vez que esté en operación.
- ✓ Se recomienda que realizar estudio hidráulico – hidrológico del río Carrizal, para poder determinar, según sus características, las cargas límites a soportar, que deben ser normadas, en vez de las concentraciones de contaminantes, como actualmente aparece.
- ✓ La academia puede propiciar la caracterización de la zeolita en el Ecuador y analizar la factibilidad de implementar prototipos similares al desarrollado en esta tesis, para mejorar la calidad del agua y mejorar la salud de las poblaciones aledañas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuerdo Ministerial 097-A, miércoles 4 de noviembre de 2015 . *Texto Unificado de Legislación Secundaria publicado*, s.l.: Registro Oficial N° 387. Edición Especial.

Acuerdo Ministerial N° 061. Registro Oficial Edición Especial N° 316., 2015. *Reforma del Libro IV. De Calidad Ambiental*, s.l.: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

Andrade, J. & Bravo, C., 2013. *Análisis de información socio-ambiental de la microcuenca hidrográfica del Río Carrizal. Tesis. M.Sc. Ciencias Ambientales*, Calceta-Manabí, EC: ESPAM MFL.

Anon., 2008. *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: s.n.

APHA, AWWA, WPCF, 2012. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 22th ed. New York, U.S.A: Ed. McGraw Hill.

Arboleda, J., 2000. *Teoría y práctica de la purificación del agua*. Tercera ed. Santa Fe de Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.

Autie, M. A., Blanco, A., Autie, G. & Serafín, R., 2011. Carbones activados a partir de anamú (*Petiveria alliacea* L.). Sus Características como adsorbente. Parte I. Adsorción de CO₂ y NH₃. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 42(1), pp. 17-23.

Asgari G., Ramavandi B., Rasuli L. y Ahmadi M. 2013. Adsorption from aqueous solution using a surfactant-modified Iranian zeolite: characterization, optimization, and kinetic approach. *Desalination and Water Treatment*, 51: 31-33.

- Baque-Mite R.; Simba-Ochoa L.; González-Ozorio B.; Suatunce P.; Diaz-Ocampo E. y L. Cadme-Arevalo. 2016. Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*, Vol. 9 (20): 109 – 117.
- Baque, R. y otros, 2016. Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(20), pp. 109 - 117.
- Barahona, M. & Tapia, R., 2010. *Calidad y tratabilidad de aguas provenientes de ríos de llanura y embalses eutrofizados, caso de estudio: Carrizal – Chone La Esperanza. Tesis tercer nivel*, Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército.
- Barrenechea A. 2004. Tratamiento de agua para consumo humano. Organización Panamericana de la Salud. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. CEPIS/OPS. Tomo I. Lima. 1-304.
- Barrios, C., Torres, R., Lampoglia, T. & Agüero, R., 2009. *Guía de Orientación en Saneamiento Básico para Alcaldías de Municipios Rurales y Pequeñas Comunidades*. Lima: Asociación Servicios Educativos Rurales – SER .
- Bustillos, A. & Suin, M., 2014. *Diseño y construcción de un reactor químico para la obtención de zeolitas sintéticas*, Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Cairncross, S. y otros, 2010. Water, sanitation and hygiene for the prevention of diarrhea. International. *Journal of Epidemiology*, 39(1), pp. 193-205.
- Calero, J., 2015. *La Segua, el humedal de agua dulce más grande de la cuenca del estuario del río Chone*. Novena ed. Guayaquil, EC: s.n.

- Canales H. y Sevilla A. 2017. Evaluación del Uso de Microorganismos Eficaces en el Tratamiento de Efluentes Domésticos Residuales del Distrito de Patapo. Trabajo de Grado. Escuela Profesional de Ingeniería Química, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. 166 p.
- Cañizares-Villanueva R. 2000. Biosorción de metales pesados mediante el uso de biomasa microbiana. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 42(3): 131-143.
- Cardona J. y García L. 2008. Evaluación del efecto de los microorganismos eficaces (EM) sobre la calidad de un agua residual doméstica. Trabajo de Grado. Microbiólogo Industrial. Facultad de Ciencias – Pontificia Universidad Javierana, Bogotá. Colombia. 67 p.
- Casero, D., 2007. *Procesos e instalaciones de tratamiento de aguas*. España: Escuela de negocios.
- Chang, J., 2010. *Calidad de agua*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Chávez, M., 2012. Aspectos ambientales de la gestión integral de los recursos hídricos para el municipio de Naucalpan de Juárez, Estado de México. *Multidisciplina*, Issue 13, pp. 121-143.
- Chulluncuy, N. C., 2011. Tratamiento de agua para consumo humano. *Ingeniería Industria*, Issue 29., pp. 153-170.
- Clarke, C., 1980. Zeolites: Take off for the Tuff Guys. En: *Industrial Minerals*. s.l.:s.n., pp. 21-32.
- Coello, J. y otros, 2013. Aplicación del ICA-NSF para determinar la calidad del agua de los ríos Ozogoché, Pichahuiña y Pomacocho – Parque Nacional Sangay – Ecuador. *Revista del Instituto de Investigación (RIIGEO)*, 15(30), pp. 66-71.

- Cohn, D., Cox, M. & Beger, P., 2002. *Aspectos de la calidad del agua, salud y estetica*. Madrid, España: Mc Graw-Hill.
- Córdova, V. y otros, 2014. Caracterización de la zeolita natural de Palmarito de Cauto y su valoración como intercambiador iónico.. *Minería y Geología*, 30(4), pp. 1-20.
- Cuchimaque, C., Vargas, L. Y. & Ríos, C., 2013. Remoción de Fe y Mn en aguas naturales por adsorción-oxidación sobre clinoptilolita. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, Issue 66, pp. 24-44.
- Curi A., Granda W., Lima H. y Sousa W. 2006. Las Zeolitas y su Aplicación en la Descontaminación de Efluentes Mineros. *Información tecnológica*, 17(6): 111-118.
- Díaz, C., 2003. Riesgo de enfermedades transmitidas por el agua en zonas rurales. En: *Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas*. s.l.:Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua, pp. 155-167.
- Di Renzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. 2016. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Durán M. y Jiménez A. 2012. Evaluación de los impactos ambientales asociados a la contaminación en agua, suelo y sedimento por cromo y zinc, en los municipios de Tabio y Tenjo-Cundinamarca (sub-cuenca del río Chicú). Trabajo de Grado. Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Universidad de la Salle. Colombia. 148 p.

- Elías, X., 2012. *Reciclaje de residuos industriales*. Segunda ed. Barcelona, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A..
- EPA-US, 2013. *Environmental Protection Agency – USEPA. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*, s.l.: s.n.
- Erdem. E., Karapinar N. y Donat R. 2004. The removal of heavy metal cations by natural zeolites. *Journal of Colloid and Interface Science*. 280(2): 309-314.
- FAO, 2010. Sistematización de prácticas para el aprovechamiento de recursos naturales en la cuenca del Chone; representación de la FAO en Ecuador. Quito. Obtenido en <http://www.fao.org/docrep/013/am029s/am029s.pdf>
- Farajzadeh M. y Monji A. 2004. Adsorption characteristics of wheat bran towards heavy metal cations. *Separation and Purification Technology* 38: pp. 197-207.
- Fernández, N. J., 2007. Capítulo. III. ICAs e ICOs de Importancia Mundial. En: *Índices de Calidad del Agua*. Pamplona: Universidad de Pamplona, pp. 39-116.
- Fernández, N. & Solano, F., 2005. *Índices de calidad y de contaminación del agua*, s.l.: Universidad de Pamplona.
- Fewtrell, L. y otros, 2005. Water, sanitation, and hygiene interventions to reduce diarrhea in less developed countries: a systematic review and metaanalysis. *Lancet Infectious Diseases*, 5(1), p. 42–52.
- Fioravanti N., Vega C. y Okumoto, J. 2005. Eficiencia de los microorganismos eficaces (EM) en la estabilización de lodos sépticos para su uso agrícola. *Revista dela Universidad EARTH. Tierra Tropical*. Junio 2005 1(1): 69-76.

- Francisca, F. & Carro, M. E., 2014. Remoción de arsénico en agua mediante procesos de coagulación-floculación. *Rev. Int. Contam. Ambie*, 30(2), pp. 177-190.
- Galárraga, R. H., 2000. *Informe nacional sobre la gestión del agua en el Ecuador*, s.l.: CEPAL.
- Garcés, D., 2013. *Caracterización mineralógica del depósito de zeolitas naturales en el río Guaraguau (Isidro Ayora, provincia del Guayas) y su aplicación en la remoción de amonio en aguas residuales. Tesis de tercer nivel*, Guayaquil: Universidad Politécnica del Litoral.
- García R., Campos J., Cruz J. A., Calderón M. E., Raynal M. E., y Buitrón, G. 2016. Biosorption of Cd, Cr, Mn, and Pb from aqueous solutions by *Bacillus* sp strains isolated from industrial waste activate sludge. *TIP*, 19(1): 5-14.
- Global Water Partnership, 2009. *Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas*, Francia: Empresa Gráfica Mosca.
- González, J., 2015. *El acceso al agua potable como derecho humano*. s.l.:Editorial Club Universitario.
- González Muñoz M. y J. Palacio Baena. 2013. Nutrientes y carbono orgánico disuelto en el agua natural para un proceso de potabilización y su relación con el nivel del embalse afluente. *Revista Politécnica* Vol. 9 (17): 27-37.
- González, V., 2007. *Gestión de los servicios de agua potable y saneamiento en el sector rural..* Cuenca, ETAPA Cuenca.
- González, V., Caicedo, O. & Aguirre, N., 2013. Aplicación de los índices de calidad de agua NSF, DINIUS y BMWP. *Revista Gestión y Ambiente*, 16(1), pp. 97-108.

- Guiracocha, F. & Sucuzhañay, J., 2010. *Propuesta de un plan de gestión administrativa para el sistema de agua potable de la comunidad de Chiquintad*, Sede Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Guocheng L., Li Z., Wei-Teh J., Ackley C. y Fenske N. 2014. Demarco removal of Cr (VI) from water using Fe (II)-modified natural zeolite. *Chemical Engineering Research and Design* 92(2): 384–390.
- Gutiérrez, O., Scull, I. & Oramas, A., 2006. Zeolita natural para la reducción de la dureza del agua. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 40(2), pp. 191-192.
- Guzmán, B., Nava, G. & Bevilacqua, P. D., 2016. Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en Colombia: desafíos para la salud ambiental. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 34(2), pp. 175-183.
- Hoff J. y Geldreich E. 1981. Comparison of the biocidal efficiency of alternative disinfectants. *J.Am.Water Works Assoc.*, 73:40.
- Holanda J., Mayela S.; Dulce L.; Gil M.; Pérez A. y Gochi-Ponce, Y. 2017. Remoción de plomo en agua a partir de material nanoestructurado, nanotubos de carbono soportados en zeolita natural. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, vol. 8(2): 21-27.
- Lahera, V., 2010. Infraestructura sustentable: las plantas de tratamiento de aguas residuales. *Quivera*, 12(2), pp. 58-69.
- Lampoglia, T., Agüero, R. & Barrios, C., 2008. *Orientaciones sobre agua y saneamiento para zonas rurales*. s.l.:Asociación Servicios Educativos Rurales.
- Lippmann, J., Rouchal, M. & Wilck, M., 2006. *El Modelo Digital de Terreno*. Nikos Drakos, CBLU: University of Leeds.

- Loboa, J., Ramírez, S. & Díaz, J. E., 2011. Evaluación del coeficiente de uniformidad en cuatro emisores de riego usando filtración gruesa de flujo ascendente en capas. *Revista EIA*, Issue 16, pp. 29-41.
- Luna Pabello, D. M. 2006. Atlas de Ciliados y otros microorganismos frecuentes en Sistemas de Tratamiento Aerobio de Aguas Residuales. México.
- Mandeville, P., 2010. Tema 22: Muestreo multietápico. *Ciencia UANL*, XIII(1), pp. 102-105.
- Marcó L., Azario R., Metzler C. y Garcia M. 2004. La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadoras a partir de fuentes superficiales. *Hig. Sanid. Ambient.* 4: 72-82.
- Mayorga, O. & Mayorga, J., 2016. Propuesta de tratamiento del agua de consumo humano en pequeñas comunidades. Caso: sector Santa Rosa-La Hechicera (Mérida, Venezuela). *Revista INGENIERÍA UC*, 23(3), pp. 376-380.
- Mejía M. 2005. Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras. Trabajo de Grado, M. Sc. Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. 123 p.
- Mejía Z., Valenzuela S. y Aguayo S. 2010. Adsorción de arsénico en zeolita natural pretratada con óxidos de magnesio. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 25(4): 217-227.
- Méndez, I., 2012. Método científico, aspectos epistemológico y metodológicos para el uso de la estadística.. *Saberes (Revista de Ciencias Económicas y Estadística)*, Issue 4.

Metcalf y Eddy, Inc., 1996. *Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización*. Madrid, España: Ed. McGraw Hill.

Metcalf y Eddy, Inc., 2004. *Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento y Reuso de Aguas Residuales*. New York, USA: Ed. McGraw – Hill .

Mishué, E., Hernández, M. & González, J., 2012. *Remoción de arsénico de agua para uso y consumo humano empleando arcillas y zeolitas mediante diferentes materiales de adsorción. Tesis Maestría en Ingeniería Ambiental*, México: Universidad Nacional Autónoma De México.

Morag, L., 2002. Mechanims of Arsenic Uptake from Aqueous Solution by Interaction with Goethite. *Environ. Sci. Technol.*, Volumen 36, pp. 1757-1762.

Morais, P., Resende, B., Palau, P. & Tiago, G., 2016. Estudo da qualidade da água por meio de bioindicadores bentônicos em córregos da área rural e urbana. *Tabauté*, 11(1), pp. 33-52.

Morante, F., 2004. *Las zeolitas de la costa de ecuador (Guayaquil): geología, caracterización y aplicaciones. Tesis de doctorado*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

NOM 127, 2011. *Lineamientos contemplados en las normas oficiales mexicanas en materia ambiental para la potabilización del agua*. Mexico: s.n.

NTE INEN 1108, 2014. *Agua potable. Requisitos*. s.l.:Norma Técnica Ecuatoriana.

NTE INEN 2200, 2017. *Agua purificada envasada. Requisitos*, s.l.: Norma Técnica Ecuatoriana.

- Olivas, E. y otros, 2013. Contaminación fecal en agua potable del Valle de Juárez. *Terra Latinoamericana*, 31(2), pp. 135-143.
- OMS, 2003. *La cantidad de agua domiciliaria, el nivel del servicio y la salud*, Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- OMS, 2008. *Guías para la calidad del agua potable*, s.l.: Organización Mundial de la Salud.
- OMS, 2015. *Agua y salud*, s.l.: Oficina de Naciones Unidas de apoyo al Decenio Internacional para la Acción “El agua, fuente de vida”. .
- ONU, 2014. *Agua y salud. Nota informativa*, s.l.: Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio (UNW-DPAC) .
- OPS, 2005. *Guía para diseño de sistemas de tratamiento de filtración en múltiples etapas*. Lima: Organización Paramericana de la Salud.
- Ortiz, E. Definición de las reglas de operación hidráulica del embalse La Esperanza. Escuela Politécnica Nacional. Obtenido en <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/11864/1/CD-6571.pdf>
- Paredes D. 2014. Aplicación de un Aluminosilicato natural (Heulandita) con alta capacidad de intercambio catiónico (CIC) en la remoción de plomo en aguas contaminadas. Trabajo de Grado. Escuela Profesional de Ingeniería de Metalúrgica. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Perú. 133 p.
- Parra Y., Cedeño M., García M., Mendoza I., González Y. y Fuentes L. 2011. Clarificación de aguas de alta turbidez empleando el mucílago de *Opuntia wentiana* (Britton & Rose) / (Cactaceae). REDIELUZ Vol. 1 (1): 27 – 33.

- Pereira, E., Rosa, L., Medri, R. & Sánchez, I., 2013. Evaluación del desempeño de filtración en múltiples etapas usando carbón activado granular y mantas sintéticas no tejidas. *Interciencia*, 38(10), pp. 726-732.
- Pérez-Díaz J., Peña E., López R., y Hernández M. 2016. Metales pesados y calidad agronómica del agua residual tratada. *IDESIA* 34 (1): 19-25.
- PNUMA, 2012. *GEO-5: Perspectivas del Medio Ambiente Mundial. Medio ambiente para el futuro que queremos*, s.l.: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Postic, M. & De Ketele, J., 2000. *Observar las situaciones educativas*. Tercera ed. Madrid: Narcea.
- Power K. y Nagy L. 1999. Relationship between bacterial regrowth and some physical and chemical parameters within Sydney's drinking water distribution system. *Wat. Res.* Vol 33 n°3, pp 741-750.
- Prada, A., Velásquez, L. & Matta, L., 2009. Identificación de elementos que impactan la consolidación de procesos de potabilización del agua en planteles educativos suburbanos y rurales de Villavicencio y Acacias, Meta, Colombia. *Orinoquia*, 13(2), pp. 147-160.
- Prüss, y otros, 2014. Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene in low-and middle-income settings: a retrospective analysis of data from 145 countries. *Tropical Medicine & International Health*, 19(8), pp. 894-905.
- Puglla P. 2017. Evaluación de la calidad del agua cruda captada con fines de consumo humano en la parroquia Patuca y propuesta de un plan de manejo de la microcuenca Yaguaimi. Trabajo de Grado. Ing. Ambiental. Escuela de Ingeniería Ambiental, Universidad de Cuenca. 105 p.

- Ramírez L. 2017. Propuesta de desarrollo de un biofiltro para remoción de plomo en el agua de consumo de los pobladores del recinto Yurima – Daule. Trabajo de Grado. Ingeniero Ambiental. Universidad de Guayaquil, Ecuador. 93 p.
- Reyes B, Yeomans J, C. Hernández, S. Okumoto. 2005. Estabilización de los lodos sépticos que provienen de una comunidad pequeña con microorganismos eficaces. Tesis de Grado. Ingeniero Agrónomo – Universidad EARTH. Costa Rica. 143 p.
- Rodríguez, S. C., De Asmundis, C. L., y Martínez, G. C. 2016. Variaciones estacionales de las concentraciones de fosfatos y nitratos en distintas fuentes de aguas de pequeños productores hortícolas. *Agrotecnia*, 24: 30-34.
- Rojas, I. R., 2011. Elementos para el diseño de técnicas de investigación: una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación científica. *Tiempo de educar*, 12(24), pp. 277-297.
- Rojas, J., 2008. *Potabilización de aguas superficiales mediante el proceso de ultrafiltración con membranas arroladas en espiral*, Granada: Editorial de la Universidad de Granada.
- Russell, D., 2015. *Tratamiento de Aguas Residuales*. México D.F.: Ed. McGraw – Hill Interamericana.
- Salazar M. 2017. Remoción de Cu^{2+} y Ni^{2+} en medio acuoso empleando una zeolita cubana natural. Trabajo de Grado. Ingeniero Químico. Universidad Tecnológica de La Habana. 62 p.
- Sánchez J. A., Álvarez T., Pacheco J. G., Carrillo L. y González R. A. 2016. Calidad del agua subterránea: acuífero sur de Quintana Roo, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(4): 75-96.

- Sánchez, L., Latorre, J. & Valencia, V., 2009. Mejoramiento de la calidad del agua de riego por filtración en múltiples etapas (FiME). *Agronomía Colombiana*, 3(27), pp. 107-415.
- Sardiñas-Peña O., Chiroles S., Fernández M., Hernández Y. y A. Pérez. 2006. Evaluación físico-química y microbiológica del agua de la presa El Cacao (Cotorro, Cuba). *Hig. Sanid. Ambient.* 6: 202-206.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013-2018. *Plan Nacional del Buen Vivir*. Quito: s.n.
- Serrano, G. P., 2014. *Estudio Para El Mejoramiento De la La Calidad Del Agua Que Produce La Planta Potabilizadora Aguapen E:P De La Provincia De Santa Elena*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Serrano, P., 2017. *Estudio para el mejoramiento de la calidad del agua que produce la planta potabilizadora aguapen E.P. de la provincia de Santa Elena*, Santa Elena: Universidad de Guayaquil Facultad de Ingeniería Industrial.
- Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2005. *Índice de la Calidad del Agua*. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Silva F, Azevedo C. 2016. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *Afr. J. Agric. Res.* 11(39): 3733-3740.
- Silva-Acuña, R., Álvarez, V.H., Silva-Acuña, A. 2000. Como comparar correctamente tratamientos de naturaliza cualitativa. *Agronomía Tropical* 50(2): 151-155.
- Sorgato, V., 2015. Ecuador consume más agua en la región. *El comercio*, 14 Noviembre.

- Toc, M. 2012. Efecto de los Microorganismos Eficientes (ME) en las Aguas Residuales de la Granja Porcina de Zamorano, Honduras. Trabajo de Grado. Ingeniero agrónomo. Facultad de Ciencia y Producción Agrícola – Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 94 p.
- Torres O., Meza J., López R., Chuquizuta L. y Cruz S. 2018. Evaluación de la calidad ecológica del agua en la microcuenca El Chido e intermicrocuenca Allpachaca-Lindapa, Amazonas, Perú. *INDES Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable*, 2(2): 49-59.
- Valencia, V., Sánchez, L. & Aponte, A., 2009. Evaluación de la filtración lenta en arena como tratamiento terciario de agua residual doméstica con fines de reuso agropecuario y piscícola. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, Issue 8, pp. 39-49.
- Veliz, E., Llanes, J. G., Fernández, L. A. & Bataller, M., 2016. Coagulación-floculación, filtración y ozonización de agua residual para reutilización en riego agrícola. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(1), pp. 17-34.
- Vera, I., Rojas, M., Chávez, W. & Arriaza, B., 2015. Evaluación de materiales filtrantes para el reúso en agricultura de aguas residuales tratadas provenientes de zonas áridas. *Torres Cien. Ing. Neogranadina*, 26(1), pp. 5-19.
- Wada, Y. y otros, 2010. Global depletion of groundwater resources. *Geophysical Research Letters*, Volumen 37, p. L20402.
- Wang, S. & Peng, Y., 2010. Natural zeolites as effective adsorbents in water and wastewater treatment. *Chemical Engineering Journal*, Volumen 156, pp. 11-24.

ANEXOS

Anexo 1. Instrumento de encuesta

Ítem 1. Sexo del encuestado

- a) Masculino
- b) Femenino

Ítem 2. Nivel de Estudio

- a) Educación general básica
- b) Bachillerato
- c) Post - Bachillerato
- d) Educación superior

Ítem 3. ¿Cuál es su principal fuente de ingreso económico?

- a) Ganadería
- b) Agricultor
- c) Jornalero

Ítem 4. Ingreso familiar al mes (USD)

- a) Más de 150 USD
- b) Entre 100 y 150 USD
- c) Entre 50 y 100 USD
- d) Menos de 50 USD

Ítem 5. ¿Cuántas personas habitan en la casa?

- a) Menos de 5 personas
- b) Entre 5 y 8 personas
- c) Más de 8 personas

Ítem 6. ¿Cuál es el rango de edad de los miembros de su familia?

- a) Menor de edad
- b) Adultos
- c) Adultos mayores

Ítem 7. ¿Qué usos le da al suelo?

- a) Pastoreo
- b) Agricultura
- c) Ganadería
- d) Silvicultura

Ítem 8. ¿Usted hace uso del agua de fuentes naturales en la microcuenca?

- a) Sí
- b) No

Ítem 9. ¿Cuál es el costo en medicamentos incurrido últimamente por conceptos de algunas de estas enfermedades?

- a) Menos de 15 USD
- b) Entre 15 y 50 USD
- c) Entre 51 y 80 USD
- d) Más de 80 USD

Ítem 10. ¿Le interesa realmente la buena calidad del agua?

- a) Sí
- b) No

Ítem 11. ¿Le da tratamiento al agua para consumo humano?

- a) Sí
- b) No

Ítem 12. ¿Está dispuesto a pagar por el servicio de agua si se mejora su calidad?

- a) Sí
- b) No

Ítem 13. ¿Con qué tipo de servicios básicos cuentan?

- a) Luz eléctrica
- b) Agua potable
- c) Telefonía fija
- d) Telefonía celular

Anexo 2. Apéndice de los datos (zeolita ecuatoriana)

| JULIAN | REPETICION 1 | | | REPETICION 2 | | | REPETICION 3 | | | REPETICION 4 | | |
|----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| | Toma de Muestras | | | Toma de Muestras | | | Tomas de muestras | | | Toma de Muestras | | |
| | Vertient e de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestic o | Vertient e de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestic o | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico |
| pH | 8,34 | 8,32 | 8 | 8,3 | 8,33 | 8,2 | 8,25 | 8,24 | 8,36 | 8,4 | 8,135 | 8,25 |
| CONDUCTIVIDA D | 0,38 | 0,36 | 0,37 | 0,35 | 0,36 | 0,38 | 0,38 | 0,37 | 0,35 | 0,35 | 0,33 | 0,32 |
| TEMPERATURA | 23,5 | 26,5 | 30,3 | 23,6 | 24,5 | 26,6 | 24,2 | 25,4 | 26,2 | 25,5 | 28,5 | 27,5 |
| TURBIDEZ | 6 | 7 | 8 | 5 | 4 | 5 | 7 | 5 | 9 | 6 | 5 | 7 |
| COLOR | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 |
| SÓLIDOS TOTALES | 290 | 295 | 300 | 280 | 270 | 290 | 280 | 270 | 260 | 290 | 280 | 270 |
| DBO5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| HIERRO | 0,16 | 0,15 | 0,16 | 0,15 | 0,14 | 0,16 | 0,15 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,17 | 0,16 |
| NITRITOS | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,06 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,09 | 0,05 | 0,07 | 0,08 |
| FOSFATOS | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,8 | 0,6 | 0,8 |
| ALCALINIDAD TOTAL | 126,83 | 128,83 | 130 | 128,6 | 126,5 | 129,25 | 124,25 | 128 | 124 | 130,12 | 128,84 | 129,54 |
| CLORUROS | 17,38 | 17,35 | 17,4 | 18,25 | 18,36 | 18,45 | 17,25 | 17,12 | 17,44 | 17,35 | 17,25 | 17,12 |
| DUREZA TOTAL | 130 | 130,5 | 130,45 | 132,2 | 133 | 130 | 130,8 | 130,4 | 130,5 | 131 | 131,8 | 131,8 |
| MANGANESO | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,06 | 0,08 | 0,08 | 0,07 |
| Cobre | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,08 |
| Plomo (total) | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,06 |
| Cobalto | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,12 | 0,14 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,14 |
| Cromo hexavalente | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 |
| Aluminio | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,02 |
| COLIFORMES | 7,33 | 7,44 | 7,35 | 7,01 | 7,04 | 7,05 | 7,44 | 7,54 | 7,44 | 7,45 | 7,56 | 7,66 |

| SEVERINO | REPETICION 1 | | | REPETICION 2 | | | REPETICION 3 | | | REPETICION 4 | | |
|----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| | Toma de Muestras | | | Toma de Muestras | | | Tomas de muestras | | | Toma de Muestras | | |
| | Vertient e de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestic o | Vertient e de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestic o | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico |
| pH | 7,3 | 7,5 | 8,87 | 7,4 | 7,6 | 8,67 | 7,5 | 7,7 | 8,8 | 7,7 | 7,4 | 8,5 |
| CONDUCTIVIDA D | 0,25 | 0,26 | 0,28 | 0,27 | 0,29 | 0,3 | 0,26 | 0,27 | 0,28 | 0,24 | 0,25 | 0,26 |
| TEMPERATURA | 26,5 | 34,2 | 38,8 | 27,5 | 29,8 | 32,4 | 28,2 | 29,2 | 29 | 26,5 | 27,5 | 28,2 |
| TURBIDEZ | 4 | 5 | 6 | 3 | 4 | 5 | 6 | 5 | 4 | 2 | 5 | 4 |
| COLOR | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 |
| SÓLIDOS TOTALES | 120 | 124 | 128 | 130 | 135 | 120 | 124 | 130 | 125 | 130 | 120 | 125 |
| DBO5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| HIERRO | 0,13 | 0,14 | 0,17 | 0,14 | 0,15 | 0,19 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,16 | 0,17 |
| NITRITOS | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,04 | 0,05 | 0,06 |
| FOSFATOS | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,1 | 3,3 | 3,2 | 3 | 3,2 | 3,3 |
| ALCALINIDAD TOTAL | 250 | 252 | 257 | 240 | 250 | 260 | 250 | 240 | 250 | 260 | 270 | 280 |
| CLORUROS | 8,54 | 8,59 | 8,6 | 8,75 | 8,65 | 8,8 | 8,6 | 8,7 | 8,5 | 8,35 | 8,45 | 8,52 |
| DUREZA TOTAL | 138,4 | 138,2 | 138,56 | 138 | 138,56 | 138 | 138,75 | 138,85 | 138,85 | 138,65 | 138,55 | 138,65 |
| MANGANESO | 0,79 | 0,81 | 0,82 | 0,78 | 0,79 | 0,8 | 0,8 | 0,82 | 0,83 | 0,79 | 0,81 | 0,84 |
| Cobre | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,08 |
| Plomo (total) | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,06 |
| Cobalto | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,12 | 0,14 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,14 |
| Cromo hexavalente | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 |
| Aluminio | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,02 |
| COLIFORMES | 7,88 | 7,78 | 7,89 | 7,9 | 7,8 | 7,7 | 7,5 | 7,6 | 7,7 | 7,9 | 7,8 | 7,8 |

| BALSA EN MEDIO | REPETICION 1 | | | REPETICION 2 | | | REPETICION 3 | | | REPETICION 4 | | |
|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico |
| pH | 8,7 | 8,6 | 8,5 | 8,5 | 8,4 | 8,3 | 8,5 | 8,3 | 8,2 | 8,5 | 8,4 | 8,3 |
| CONDUCTIVIDAD | 0,31 | 0,33 | 0,32 | 0,34 | 0,35 | 0,34 | 0,3 | 0,32 | 0,31 | 0,33 | 0,34 | 0,37 |
| TEMPERATURA | 28 | 27 | 26 | 29 | 28 | 27 | 29 | 26 | 28 | 27 | 26 | 28 |
| TURBIDEZ | 7 | 6 | 5 | 4 | 5 | 6 | 5 | 8 | 4 | 7 | 5 | 8 |
| COLOR | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 |
| SÓLIDOS TOTALES | 310 | 300 | 308 | 305 | 300 | 303 | 300 | 301 | 302 | 280 | 290 | 300 |
| DBO5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| HIERRO | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,05 | 0,06 | 0,04 |
| NITRITOS | 0,076 | 0,08 | 0,075 | 0,08 | 0,07 | 0,09 | 0,06 | 0,05 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,09 |
| FOSFATOS | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| ALCALINIDAD TOTAL | 126,83 | 127 | 126,93 | 127,34 | 127,5 | 127,8 | 128,5 | 127,5 | 127,9 | 130,2 | 130,65 | 130,85 |
| CLORUROS | 17,38 | 17,9 | 18 | 18,2 | 18,4 | 18,6 | 17,5 | 17,4 | 17,3 | 18,2 | 18,5 | 18,5 |
| DUREZA TOTAL | 140 | 142 | 140 | 140,2 | 144 | 140 | 150 | 150,2 | 148 | 150 | 150,54 | 150,4 |
| MANGANESO | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,01 | 0,05 | 0,04 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,07 |
| Cobre | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,08 |
| Plomo (total) | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,06 |
| Cobalto | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,12 | 0,14 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,14 |
| Cromo hexavalente | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 |
| Aluminio | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,02 |
| COLIFORMES | 7,43 | 7,44 | 7,55 | 7,77 | 7,78 | 7,8 | 7,6 | 7,5 | 7,8 | 7,2 | 7,2 | 7,4 |


Anexo 3. Apéndice de los datos (zeolita cubana)

| JULIAN | REPETICION 1 | | | REPETICION 2 | | | REPETICION 3 | | | REPETICION 4 | | |
|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | Toma de Muestras | | | Toma de Muestras | | | Tomas de muestras | | | Toma de Muestras | | |
| | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico |
| pH | 8,5 | 8,55 | 8,4 | 8,65 | 8,55 | 8,25 | 8,45 | 8,35 | 8,45 | 8,5 | 8,65 | 8,55 |
| CONDUCTIVIDAD | 0,4 | 0,45 | 0,55 | 0,55 | 0,45 | 0,55 | 0,65 | 0,55 | 0,55 | 0,75 | 0,65 | 0,55 |
| TEMPERATURA | 25 | 25,2 | 26,5 | 27,4 | 27,2 | 27,4 | 26,6 | 26,7 | 26,8 | 25,6 | 25,8 | 25,7 |
| TURBIDEZ | 9 | 8 | 9 | 10 | 8 | 9 | 9 | 8 | 9 | 8 | 7 | 8 |
| COLOR | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 |
| SÓLIDOS TOTALES | 300 | 320 | 330 | 320 | 320 | 330 | 340 | 330 | 340 | 330 | 330 | 340 |
| DBO5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| HIERRO | 0,19 | 0,2 | 0,19 | 0,2 | 0,22 | 0,23 | 0,19 | 0,2 | 0,19 | 0,23 | 0,24 | 0,25 |
| NITRITOS | 0,09 | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,2 | 0,2 | 0,22 | 0,25 | 0,26 | 0,27 |
| FOSFATOS | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,8 | 0,6 | 0,8 |
| ALCALINIDAD TOTAL | 128,45 | 130,2 | 131,2 | 130,4 | 130,55 | 130,8 | 132 | 133 | 132 | 132 | 132,5 | 132,4 |
| CLORUROS | 19,2 | 19,1 | 19,4 | 18,4 | 18,5 | 18,9 | 18,7 | 18,8 | 18,9 | 19,4 | 19,8 | 19,7 |
| DUREZA TOTAL | 130 | 130,5 | 130,45 | 132,2 | 133 | 130 | 130,8 | 130,4 | 130,5 | 131 | 131,8 | 131,8 |
| MANGANESO | 0,1 | 0,09 | 0,1 | 0,12 | 0,11 | 0,12 | 0,09 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,11 | 0,09 |
| Cobre | 1,8 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,7 |
| Plomo (total) | 1,07 | 1,06 | 1,06 | 1,08 | 1,08 | 1,06 | 1,07 | 1,08 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,05 |
| Cobalto | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,13 | 0,14 | 0,16 | 0,15 | 0,16 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,17 |
| Cromo hexavalente | 0,21 | 0,22 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,23 | 0,21 | 0,22 | 0,23 | 0,22 | 0,24 | 0,24 |
| Aluminio | 0,38 | 0,37 | 0,36 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,38 | 0,35 | 0,36 | 0,38 | 0,38 | 0,37 |
| COLIFORMES | 8,33 | 8,67 | 8,33 | 8,4 | 8,2 | 8,2 | 8,55 | 8,65 | 8,75 | 8,85 | 8,75 | 8,75 |

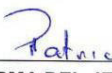
| SEVERINO | REPETICION 1 | | | REPETICION 2 | | | REPETICION 3 | | | REPETICION 4 | | |
|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | Toma de Muestras | | | Toma de Muestras | | | Tomas de muestras | | | Toma de Muestras | | |
| | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico |
| pH | 8,3 | 8,5 | 8,7 | 8,4 | 8,6 | 8,6 | 8,5 | 8,8 | 8,9 | 8,79 | 8,2 | 8,68 |
| CONDUCTIVIDAD | 0,35 | 0,36 | 0,38 | 0,37 | 0,39 | 0,3 | 0,36 | 0,37 | 0,38 | 0,34 | 0,35 | 0,36 |
| TEMPERATURA | 28,5 | 29,2 | 28,8 | 29,5 | 29,8 | 30,4 | 28,2 | 29,2 | 29 | 27,7 | 27,5 | 27,2 |
| TURBIDEZ | 7 | 6 | 7 | 8 | 9 | 8 | 9 | 9 | 8 | 10 | 8 | 7 |
| COLOR | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 |
| SÓLIDOS TOTALES | 142 | 144 | 142 | 138 | 140 | 139 | 141 | 140 | 142 | 138 | 140 | 136 |
| DBO5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| HIERRO | 0,18 | 0,17 | 0,17 | 0,15 | 0,15 | 0,11 | 0,19 | 0,2 | 0,2 | 0,22 | 0,23 | 0,23 |
| NITRITOS | 0,1 | 0,09 | 0,09 | 0,2 | 0,19 | 0,19 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| FOSFATOS | 4,2 | 4,3 | 4,4 | 4,1 | 4,2 | 4,12 | 4,02 | 4,03 | 4,05 | 4 | 4,12 | 4,11 |
| ALCALINIDAD TOTAL | 270 | 272 | 277 | 274 | 275 | 270 | 278 | 280 | 279 | 270 | 270 | 278 |
| CLORUROS | 9,54 | 9,59 | 9,6 | 9,75 | 9,65 | 9,8 | 9,6 | 9,7 | 9,5 | 9,35 | 9,45 | 9,52 |
| DUREZA TOTAL | 138,4 | 138,2 | 138,56 | 138 | 138,56 | 138 | 138,75 | 138,85 | 138,85 | 138,65 | 138,55 | 138,65 |
| MANGANESO | 0,89 | 0,88 | 0,82 | 0,78 | 0,79 | 0,8 | 0,8 | 0,82 | 0,83 | 0,79 | 0,81 | 0,84 |
| Cobre | 1,8 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,7 |
| Plomo (total) | 1,07 | 1,06 | 1,06 | 1,08 | 1,08 | 1,06 | 1,07 | 1,08 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,05 |
| Cobalto | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,13 | 0,14 | 0,16 | 0,15 | 0,16 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,17 |
| Cromo hexavalente | 0,21 | 0,22 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,23 | 0,21 | 0,22 | 0,23 | 0,22 | 0,24 | 0,24 |
| Aluminio | 0,38 | 0,37 | 0,36 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,38 | 0,35 | 0,36 | 0,38 | 0,38 | 0,37 |
| COLIFORMES | 7,88 | 7,78 | 7,89 | 7,9 | 7,8 | 7,7 | 7,5 | 7,6 | 7,7 | 7,9 | 7,8 | 7,8 |

| BALSA EN MEDIO | REPETICION 1 | | | REPETICION 2 | | | REPETICION 3 | | | REPETICION 4 | | |
|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico | Vertiente de Agua | Aljibe o Tanque | Consumo Domestico |
| pH | 8,5 | 8,4 | 8,55 | 8,2 | 8,3 | 8,1 | 8,3 | 8,2 | 8,2 | 8,4 | 8,4 | 8,2 |
| CONDUCTIVIDAD | 0,3 | 0,32 | 0,32 | 0,34 | 0,34 | 0,32 | 0,34 | 0,32 | 0,32 | 0,33 | 0,33 | 0,34 |
| TEMPERATURA | 28 | 27 | 26 | 29 | 28 | 27 | 29 | 26 | 28 | 27 | 26 | 28 |
| TURBIDEZ | 9 | 8 | 9 | 10 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 |
| COLOR | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 | <25 |
| SÓLIDOS TOTALES | 410 | 400 | 408 | 405 | 400 | 403 | 400 | 401 | 402 | 380 | 390 | 390 |
| DBO5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| HIERRO | 0,25 | 0,26 | 0,25 | 0,26 | 0,25 | 0,24 | 0,27 | 0,28 | 0,27 | 0,25 | 0,26 | 0,24 |
| NITRITOS | 0,088 | 0,07 | 0,075 | 0,09 | 0,08 | 0,09 | 0,06 | 0,05 | 0,08 | 0,1 | 0,09 | 0,08 |
| FOSFATOS | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| ALCALINIDAD TOTAL | 136,83 | 137 | 136,93 | 137,34 | 137,5 | 137,8 | 138,5 | 137,5 | 137,9 | 140,2 | 140,65 | 140,85 |
| CLORUROS | 18,38 | 18,9 | 18 | 18,2 | 18,4 | 18,6 | 18,5 | 18,4 | 18,3 | 18,2 | 18,5 | 18,5 |
| DUREZA TOTAL | 140 | 142 | 140 | 140,2 | 144 | 140 | 150 | 150,2 | 148 | 150 | 150,54 | 150,4 |
| MANGANESO | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,08 | 0,06 | 0,07 |
| Cobre | 1,8 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,7 |
| Plomo (total) | 1,07 | 1,06 | 1,06 | 1,08 | 1,08 | 1,06 | 1,07 | 1,08 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,05 |
| Cobalto | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,13 | 0,14 | 0,16 | 0,15 | 0,16 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,17 |
| Cromo hexavalente | 0,21 | 0,22 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,23 | 0,21 | 0,22 | 0,23 | 0,22 | 0,24 | 0,24 |
| Aluminio | 0,38 | 0,37 | 0,36 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,38 | 0,35 | 0,36 | 0,38 | 0,38 | 0,37 |
| COLIFORMES | 7,33 | 7,44 | 7,55 | 7,77 | 7,78 | 7,8 | 7,6 | 7,5 | 7,8 | 7,2 | 7,2 | 7,4 |

Anexo 4. Certificación de los resultados de laboratorio

| | | |
|---|--|--|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | No. |
| | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | REVISION: 0 |
| | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 |
| NOMBRE : | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL |
| SOLICITADO POR: | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL SEVERINO – SEMANA 1 – ZEOLITA ECUATORIANA |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganese |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING FABIAN PEÑARRIETA M. |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 7,30 | 7,50 | 8,87 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,25 | 0,26 | 0,28 |
| 4 | TEMPERATURA | ----- | °C | 26,5 | 34,2 | 38,8 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 4 | 5 | 6 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 120 | 124 | 128 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 2 | 2 | 2 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,13 | 0,14 | 0,17 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 3,2 | 3,3 | 3,4 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 250 | 252 | 257 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 8,54 | 8,59 | 8,60 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 186 | 188 | 189 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,79 | 0,81 | 0,82 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,08 | 0,07 | 0,08 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,07 | 0,06 | 0,05 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,12 | 0,13 | 0,13 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| 20 | ALUMINIO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,00 | 0,00 | 0,08 |


 Patricia Javier Nofes Aguilar
 QUIMICO - AMBIENTAL
 DOCENTE ESPAM "MFL"
 FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO

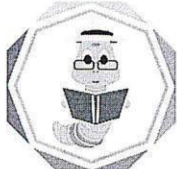
Fecha: 28/07/2017


 Fabian Peñarrieta M.
 TECNICO DE LABORATORIO
 FIRMA DEL TECNICO


Fecha: 28/07/2017

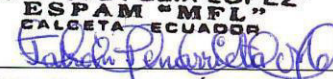
NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
 Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | | |
|---|--|---|---------------------|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL JULIAN SEMANA 1 – ZEOLITA ECUATORIANA | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganeseo | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING FABIAN PEÑARRIETA M. | |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8,34 | 8,32 | 8 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,38 | 0,36 | 0,37 |
| 4 | TEMPERATURA | ---- | °C | 23,5 | 26,5 | 30,3 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 6 | 7 | 8 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 290 | 295 | 300 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 2 | 2 | 2 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,16 | 0,15 | 0,16 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,07 | 0,08 | 0,07 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,5 | 0,6 | 0,7 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 126,83 | 128,83 | 130 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 17,38 | 17,35 | 17,4 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 130 | 130,5 | 130,45 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,07 | 0,07 | 0,08 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,08 | 0,07 | 0,08 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,07 | 0,06 | 0,05 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,12 | 0,13 | 0,13 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,02 | 0,02 | 0,03 |


Patricio Javier Noles Aguilar
 QUIMICO AMBIENTAL
 DECENTRALIZADO
 REG N°: 1006-2015-1722983
FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO
 Fecha: 28/07/2017


MANUEL FELIX LOPEZ
 ESPAM "MFL"
 CALCETA ECUADOR
FIRMA DEL TÉCNICO
 LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
 Fecha: 28/07/2017

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
 Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | |
|---|--|--|
| | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | No. |
| | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | REVISION: 0 |
| | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 |
| NOMBRE : | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL |
| SOLICITADO POR: | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL BALSA EN MEDIO - SEMANA 1 – ZEOLITA ECUATORIANA |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganese |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING FABIAN PEÑARRIETA M. |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8,7 | 8,6 | 8,5 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,31 | 0,33 | 0,32 |
| 4 | TEMPERATURA | ----- | °C | 28 | 27 | 26 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 7 | 6 | 5 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 310 | 300 | 308 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 2 | 2 | 2 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,05 | 0,06 | 0,07 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,076 | 0,08 | 0,075 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,2 | 0,3 | 0,2 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 126,83 | 127 | 126,93 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 17,38 | 17,9 | 18 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 140 | 142 | 140 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,02 | 0,03 | 0,04 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,08 | 0,07 | 0,08 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,07 | 0,06 | 0,05 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,12 | 0,13 | 0,13 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,02 | 0,02 | 0,03 |

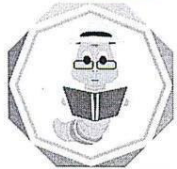
FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO

Patricio Javier Noles Aguilar
Fecha: 28/07/2017
QUIMICO - AMBIENTAL
DOCENTE ESPAM "MFL"

FIRMA DEL TÉCNICO
LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
Fecha: 28/07/2017

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | | |
|---|--|--|---------------------|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL SEVERINO – SEMANA 2 – ZEOLITA ECUATORIANA | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganese | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING FABIAN PEÑARRIETA M. | |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 7,4 | 7,6 | 8,67 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,27 | 0,29 | 0,3 |
| 4 | TEMPERATURA | ----- | °C | 27,5 | 29,8 | 32,4 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 3 | 4 | 5 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 130 | 135 | 120 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 2 | 2 | 2 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,14 | 0,15 | 0,19 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,06 | 0,07 | 0,08 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 3,3 | 3,4 | 3,5 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 240 | 250 | 260 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 8,75 | 8,65 | 8,8 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 138 | 138,56 | 138 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,78 | 0,79 | 0,8 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,07 | 0,08 | 0,06 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,06 | 0,05 | 0,07 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,12 | 0,12 | 0,13 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 20 | ALUMINIO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,08 | 0,07 | 0,08 |

FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO

Patricio Javier Noles Aguilar
Fecha: 28/07/2017
DOCENTE ESPAM "MFL"

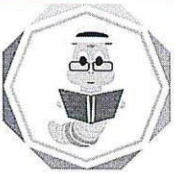
REG. No. 1086-2015-1722033

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
"MANUEL FELIX LOPEZ"
ESPAM "MFL"
CALCETA ECUADOR

FIRMA DEL TÉCNICO
LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
Fecha: 28/07/2017

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnab.satnet.net
Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | | |
|---|--|--|---------------------|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | CLAUSULA: 4.6 | |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL JULIAN - SEMANA 2 – ZEOLITA ECUATORIANA | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganese | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING FABIAN PEÑARRIETA M. | |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 7,4 | 7,6 | 8,67 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,27 | 0,29 | 0,3 |
| 4 | TEMPERATURA | ---- | °C | 27,5 | 29,8 | 32,4 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 3 | 4 | 5 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 130 | 135 | 120 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 2 | 2 | 2 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,14 | 0,15 | 0,19 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,06 | 0,07 | 0,08 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 3,3 | 3,4 | 3,5 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 240 | 250 | 260 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 8,75 | 8,65 | 8,8 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 138 | 138,56 | 138 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,78 | 0,79 | 0,8 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,07 | 0,08 | 0,06 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,06 | 0,05 | 0,07 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,12 | 0,12 | 0,13 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,02 | 0,02 | 0,02 |

FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO

Patricio Javier Nolas Aguilar
QUÍMICO - AMBIENTAL
DOCENTE ESPAM "MFL"

Fecha: 28/07/2017

NOTA: 1006-2018-000003

Los reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI
"MANUEL FELIX LOPEZ"
ESPAM "MFL"
CALCETA, ECUADOR

FIRMA DEL TÉCNICO

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
Fecha: 28/07/2017

Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | | |
|---|--|---|---------------------|
| | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL BALSA EN MEDIO - SEMANA 2 - ZEOLITA ECUATORIANA | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganeseo | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING FABIAN PEÑARRIETA M. | |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8,5 | 8,4 | 8,3 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,34 | 0,35 | 0,34 |
| 4 | TEMPERATURA | ---- | °C | 29 | 28 | 27 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 4 | 5 | 6 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 305 | 300 | 303 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 2 | 2 | 2 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,06 | 0,05 | 0,04 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,08 | 0,07 | 0,09 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,3 | 0,4 | 0,2 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 127,34 | 127,5 | 127,8 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 18,2 | 18,4 | 18,6 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 140,2 | 144 | 140 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,04 | 0,02 | 0,01 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,07 | 0,08 | 0,06 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,06 | 0,05 | 0,07 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,12 | 0,12 | 0,13 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,02 | 0,02 | 0,02 |

FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO

Patricio Javier Nolas Aguilar
QUÍMICO - AMBIENTAL

28/07/2017


Los datos reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI
"MANUEL FELIX LOPEZ"
ESPAM "MFL"
CALCETA - ECUADOR

FIRMA DEL TÉCNICO

Fabian Peñarrieta M.
LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | |
|---|---|--|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | No. CODIGO: F-G-SGC-007 REVISION: 0 FECHA: 06/04/2005 CLAUSULA: 4.6 PAGINA 1 DE 1 |
| | INFORME DE RESULTADOS | |
| NOMBRE : | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL SEVERINO – SEMANA 3 – ZEOLITA ECUATORIANA | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganeseo | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | ING FABIAN PEÑARRIETA M. | |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 7,5 | 7,7 | 8,8 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,26 | 0,27 | 0,28 |
| 4 | TEMPERATURA | ---- | °C | 28,2 | 29,2 | 29 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 6 | 5 | 4 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 124 | 130 | 125 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 2 | 2 | 2 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,16 | 0,17 | 0,18 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 3,1 | 3,3 | 3,2 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 250 | 240 | 250 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 8,6 | 8,7 | 8,5 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 138,75 | 138,85 | 138,85 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,8 | 0,82 | 0,83 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,05 | 0,07 | 0,06 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,12 | 0,14 | 0,13 |
| 19 | CROMO HEXVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,03 | 0,02 | 0,03 |
| 20 | ALUMINIO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,09 | 0,08 | 0,08 |

Patricio Javier Nolas Aguilar
FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO

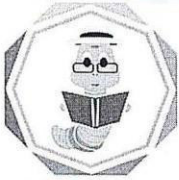
QUIMICA AMBIENTAL 28/07/2017
DOCENTE ESPAM "MFL"

REG. N°: 1006-2913-1722033

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI
"MANUEL FELIX LOPEZ"
ESPAM "MFL"
CALCETA ECUADOR
Fabian Peñarrieta M.
FIRMA DEL TÉCNICO
LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
Fecha: 28/07/2017

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: esbam@mnv.satnet.net
 Visite nuestra página web www.esbam.edu.ec

| | | | |
|---|--|--|---------------------|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL JULIAN SEMANA 3 – ZEOLITA ECUATORIANA | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganese | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING FABIAN PEÑARRIETA M. | |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8,25 | 8,24 | 8,36 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,38 | 0,37 | 0,35 |
| 4 | TEMPERATURA | ----- | °C | 24,2 | 25,4 | 26,2 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 7 | 5 | 9 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 280 | 270 | 260 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 2 | 2 | 2 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,15 | 0,17 | 0,18 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,08 | 0,07 | 0,09 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,4 | 0,5 | 0,4 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 124,25 | 128 | 124 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 17,25 | 17,12 | 17,44 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 130,8 | 130,4 | 130,5 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,09 | 0,09 | 0,06 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,05 | 0,07 | 0,06 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,12 | 0,14 | 0,13 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,03 | 0,02 | 0,03 |

FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO

Patricia Noles Aguilar

QUIMICA AMBIENTAL 28/07/2017

DOCENTE ESPAM "MFL"

REG. N°: 1006-2016-1722083

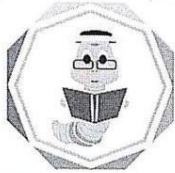
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
"MANUEL FELIX LOPEZ"
ESPAM "MFL"
CALCETA, ECUADOR

Fabian Penarrieta M.
FIRMA DEL TÉCNICO
LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL

Fecha: 28/07/2017

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | | |
|---|--|--|---------------------|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL BALSA EN MEDIO - SEMANA 3 – ZEOLITA ECUATORIANA | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganese | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING FABIAN PEÑARRIETA M. | |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8,5 | 8,3 | 8,2 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,3 | 0,32 | 0,31 |
| 4 | TEMPERATURA | --- | °C | 29 | 26 | 28 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 5 | 8 | 4 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 300 | 301 | 302 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 2 | 2 | 2 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,07 | 0,08 | 0,07 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,06 | 0,05 | 0,08 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,4 | 0,3 | 0,4 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 128,5 | 127,5 | 127,9 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 17,5 | 17,4 | 17,3 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 150 | 150,2 | 148 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,05 | 0,04 | 0,06 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,05 | 0,07 | 0,06 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,12 | 0,14 | 0,13 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,03 | 0,02 | 0,03 |

FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO

Patricio Javier Nolas Aguilar

Fecha: 28/07/2017

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL

DOCENTE ESPAM "MFL"

REG. N°: 1006-2016-1722083

FIRMA DEL TÉCNICO

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL

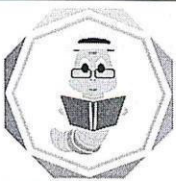
Fecha: 28/07/2017

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro

Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnbsatnet.net

Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | | |
|---|--|--|---------------------|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL SEVERINO – SEMANA 4 – ZEOLITA ECUATORIANA | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganese | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING FABIAN PEÑARRIETA M. | |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 7,7 | 7,4 | 8,5 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,24 | 0,25 | 0,26 |
| 4 | TEMPERATURA | ----- | °C | 26,5 | 27,5 | 28,2 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 2 | 5 | 4 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 130 | 120 | 125 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 2 | 2 | 2 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,18 | 0,16 | 0,17 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,04 | 0,05 | 0,06 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 3 | 3,2 | 3,3 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 260 | 270 | 280 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 8,35 | 8,45 | 8,52 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 138,65 | 138,55 | 138,65 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,79 | 0,81 | 0,84 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,08 | 0,07 | 0,08 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,05 | 0,06 | 0,06 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,14 | 0,14 | 0,14 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,02 | 0,03 | 0,02 |
| 20 | ALUMINIO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,07 | 0,08 | 0,02 |

FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO

Patricio Javier Nolas Aguilar

ou Fecha: AMBIENTAL 28/07/2017

DOCENTE ESPAM "MFL"

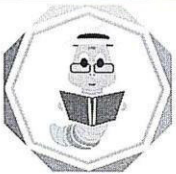
REG. N°: 1006-2016-1722-033

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
"MANUEL FELIX LOPEZ"
ESPAM "MFL"
CALCETA ECUADOR

FIRMA DEL TÉCNICO
LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
Fecha: 28/07/2017

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | | |
|---|--|---|---------------------|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL JULIAN SEMANA 4 – ZEOLITA ECUATORIANA | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganeseo | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING FABIAN PEÑARRIETA M. | |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8,4 | 8,135 | 8,25 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,35 | 0,33 | 0,32 |
| 4 | TEMPERATURA | ---- | °C | 25,5 | 28,5 | 27,5 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 6 | 5 | 7 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 290 | 280 | 270 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 2 | 2 | 2 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,18 | 0,17 | 0,16 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,05 | 0,07 | 0,08 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,8 | 0,6 | 0,8 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 130,12 | 128,84 | 129,54 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 17,35 | 17,25 | 17,12 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 131 | 131,8 | 131,8 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,08 | 0,08 | 0,07 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,08 | 0,07 | 0,08 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,05 | 0,06 | 0,06 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,14 | 0,14 | 0,14 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,02 | 0,03 | 0,02 |

Patricio Javier Nolas Aguilar
FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO

QUIMICA AMBIENTAL

DOCENTE ESPAM "MFL"

REG. N°: 1006-2015-1722083

28/07/2017

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI
"MANUEL FELIX LOPEZ"
ESPAM "MFL"
CALCETA ECUADOR

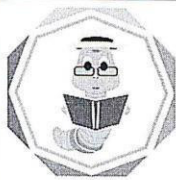
Fabian Penarrieta M.
FIRMA DEL TÉCNICO

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL

Fecha:

28/07/2017

Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | | |
|---|--|--|---------------------|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL BALSA EN MEDIO - SEMANA 4 - ZEOLITA ECUATORIANA | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganese | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING FABIAN PEÑARRIETA M. | |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8,5 | 8,4 | 8,3 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,33 | 0,34 | 0,37 |
| 4 | TEMPERATURA | ----- | °C | 27 | 26 | 28 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 7 | 5 | 8 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 280 | 290 | 300 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 2 | 2 | 2 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,05 | 0,06 | 0,04 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,08 | 0,07 | 0,09 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 130,2 | 130,65 | 130,85 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 18,2 | 18,5 | 18,5 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 150 | 150,54 | 150,4 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,05 | 0,06 | 0,07 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,08 | 0,07 | 0,08 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,05 | 0,06 | 0,06 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,14 | 0,14 | 0,14 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,02 | 0,02 | 0,02 |

FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO

Patricio Javier Nolas Aguilar

Química Ambiental, 28/07/2017

DOCENTE ESPAM "MFL"

REG. N°: 1006-2016-1722083

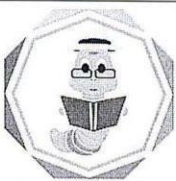
NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL"
CALCETA, ECUADOR

FIRMA DEL TÉCNICO

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
Fecha: 28/07/2017

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | |
|---|--|---|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ "MFL" | No. |
| | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | REVISION: 0 |
| | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 |
| NOMBRE : | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL |
| SOLICITADO POR: | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL SEVERINO – SEMANA 1 – ZEOLITA CUBANA |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganeseo |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING FABIAN PEÑARRIETA M. |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8,3 | 8,5 | 8,7 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,35 | 0,36 | 0,38 |
| 4 | TEMPERATURA | ----- | °C | 28,5 | 29,2 | 28,8 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 7 | 6 | 7 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 142 | 144 | 142 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 3 | 3 | 3 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,18 | 0,17 | 0,17 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,1 | 0,09 | 0,09 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 4,2 | 4,3 | 4,4 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 270 | 272 | 277 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 9,54 | 9,59 | 9,6 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 138,4 | 138,2 | 138,56 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,89 | 0,88 | 0,82 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,8 | 1,7 | 1,8 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,07 | 1,06 | 1,06 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,14 | 0,15 | 0,16 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,21 | 0,22 | 0,23 |
| 20 | ALUMINIO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,38 | 0,37 | 0,36 |

Patricio Javier Noles Aguilar
FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO

Patricio Javier Noles Aguilar

QUIMICA AMBIENTAL

DOCENTE ESPAM "MFL"

28/07/2017

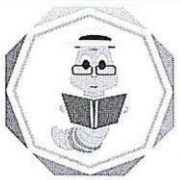
NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
"MANUEL FELIX LOPEZ"
ESPAM "MFL"
CALCETA, ECUADOR

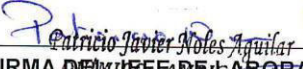
FIRMA DEL TÉCNICO

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | | |
|---|--|--|---------------------|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL JULIAN SEMANA 1 – ZEOLITA CUBANA | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganese | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING FABIAN PEÑARRIETA M. | |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8,5 | 8,55 | 8,4 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,4 | 0,45 | 0,55 |
| 4 | TEMPERATURA | ---- | °C | 25 | 25,2 | 26,5 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 9 | 8 | 9 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 300 | 320 | 330 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 3 | 3 | 3 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,19 | 0,2 | 0,19 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,09 | 0,08 | 0,09 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,5 | 0,6 | 0,7 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 128,45 | 130,2 | 131,2 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 19,2 | 19,1 | 19,4 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 130 | 130,5 | 130,45 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,1 | 0,09 | 0,1 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,8 | 1,7 | 1,8 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,07 | 1,06 | 1,06 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,14 | 0,15 | 0,16 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,21 | 0,22 | 0,23 |


FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO
 DOCENTE ESPAM "MFL"
 RE: 006-2016-17220-28/07/2017


ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL"
 "MANUEL FELIX"
 ESPAM "MFL"
 CALCETA ECUADOR

FIRMA DEL TÉCNICO
 LABORATORIO DE QUIMICA
 Fecha: 28/07/2017

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

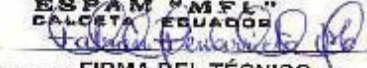
Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnbsatnet.net

Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | | |
|---|--|---|---------------------|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING.LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL BALSA EN MEDIO - SEMANA 1 – ZEOLITA CUBANA | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Sólidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganeseo | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING FABIAN PEÑARRIETA M. | |


| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8,5 | 8,4 | 8.55 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | µS | 0,3 | 0,32 | 0.32 |
| 4 | TEMPERATURA | --- | °C | 28 | 27 | 26 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 9 | 8 | 9 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 410 | 400 | 408 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 3 | 3 | 3 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,25 | 0,26 | 0,25 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,088 | 0,07 | 0,075 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,2 | 0,2 | 0,1 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 136,83 | 137 | 136,93 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 18,38 | 18,9 | 18 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 140 | 142 | 140 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,04 | 0,03 | 0,04 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,8 | 1,7 | 1,8 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,07 | 1,06 | 1,06 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,14 | 0,15 | 0,16 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,23 | 0,23 | 0,23 |


FIRMA DEL JEFE DEL LABORATORIO
 QUIMICO AMBIENTAL
 DOCENTE ESPAM "MFL"
 Fecha: 10/06/2016-17/07/2017

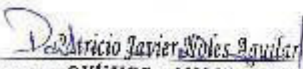

FIRMA DEL TÉCNICO
 LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
 Fecha: 28/07/2017


NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
 Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | | |
|---|--|---|---------------------|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL SEVERINO – SEMANA 2 – ZEOLITA CUBANA | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganeseo | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING. FARIAN PEÑARRIETA M. | |


| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8,4 | 8,6 | 8,6 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | uS | 0,37 | 0,39 | 0,3 |
| 4 | TEMPERATURA | --- | °C | 29,5 | 29,8 | 30,4 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 8 | 9 | 8 |
| 6 | COLOR | PCo | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 138 | 140 | 139 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 3 | 3 | 3 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,15 | 0,15 | 0,11 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,2 | 0,19 | 0,19 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 4,1 | 4,2 | 4,12 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 274 | 275 | 270 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 9,75 | 9,65 | 9,8 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 138 | 138,56 | 138 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,78 | 0,79 | 0,8 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,8 | 1,7 | 1,7 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,08 | 1,08 | 1,08 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,13 | 0,14 | 0,16 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,24 | 0,24 | 0,23 |
| 20 | ALUMINIO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,37 | 0,36 | 0,35 |


FIRMA DE LA MAESTRA DE LABORATORIO
 DOCENTE ESPAM "MFL"
 REG. N° 1006-2016-1722083
 Fecha: 28/07/2017

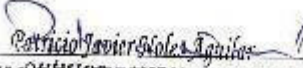
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI
"MANUEL FELIX LOPEZ"
ESPAM "MFL"
 CALCETA, ECUADOR

FIRMA DEL TÉCNICO
 LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
 Fecha: 28/07/2017

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar – Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Via El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
 Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | | |
|---|--|---|---------------------|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL JULIAN SEMANA 2 - ZEOLITA CUBANA | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganeseo | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING. FABIAN PEÑARRIETA M. | |


| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8,65 | 8,55 | 8,25 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,55 | 0,45 | 0,55 |
| 4 | TEMPERATURA | --- | °C | 27,4 | 27,2 | 27,4 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 10 | 8 | 9 |
| 6 | COLOR | PtCo | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 320 | 320 | 330 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 3 | 3 | 3 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,2 | 0,22 | 0,23 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,08 | 0,08 | 0,07 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 130,4 | 130,55 | 130,8 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 18,4 | 18,5 | 18,9 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 132,2 | 133 | 130 |
| 15 | MANGANESE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,12 | 0,11 | 0,12 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,8 | 1,7 | 1,7 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,08 | 1,08 | 1,06 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,13 | 0,14 | 0,16 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,24 | 0,24 | 0,23 |


FIRMA DEL DOCENTE DE LABORATORIO
 DOCENTE ESPAM "MFL"
 REG. N°: 1006-2016-172208
 Fecha: 28/07/2017

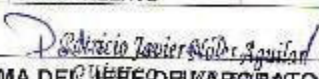

FIRMA DEL TÉCNICO
 LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
 Fecha: 28/07/2017

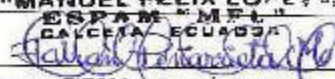
NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Via El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnab.satnet.net
 Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | | |
|---|--|--|---------------------|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL, Balsa en Medio - SEMANA 2 - ZEOLITA CUBANA | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganeso | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING. FABIAN PEÑARRIETA M. | |


| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8,2 | 8,3 | 8,1 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMÉTRICA | mS | 0,34 | 0,34 | 0,32 |
| 4 | TEMPERATURA | | °C | 29 | 28 | 27 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 10 | 9 | 9 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 405 | 400 | 403 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 3 | 3 | 3 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,26 | 0,25 | 0,24 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,09 | 0,08 | 0,09 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,3 | 0,3 | 0,2 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 137,34 | 137,5 | 137,8 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 18,2 | 18,4 | 18,6 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 140,2 | 144 | 140 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,08 | 0,08 | 0,07 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,8 | 1,7 | 1,7 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,08 | 1,08 | 1,06 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,13 | 0,14 | 0,16 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,24 | 0,24 | 0,23 |


FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO
 DOCENTE ESPAM "MFL"
 Fecha: 28/07/2017

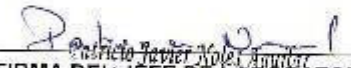

FIRMA DEL TÉCNICO
 LABORATORIO DE QUÍMICA
 Fecha: 28/07/2017

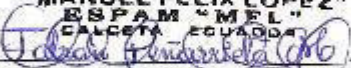
NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorio ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar – Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
 Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | | |
|---|--|---|----------------------------|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL SEVERINO – SEMANA 3 – ZEOLITA CUBANA | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganeseo | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING. FABIAN PEÑARRIETA M. | |


| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8,5 | 8,9 | 8,8 |
| 3 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,36 | 0,37 | 0,38 |
| 4 | TEMPERATURA | ---- | °C | 28,2 | 29,2 | 29 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 9 | 9 | 9 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 141 | 140 | 142 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 3 | 3 | 3 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,19 | 0,2 | 0,2 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 11 | POSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 4,02 | 4,03 | 4,05 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 278 | 280 | 279 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 9,6 | 9,7 | 9,5 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 138,75 | 138,85 | 138,85 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,8 | 0,82 | 0,83 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,7 | 1,8 | 1,7 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,07 | 1,08 | 1,07 |
| 18 | CORALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,15 | 0,16 | 0,15 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,21 | 0,22 | 0,23 |
| 20 | ALUMINIO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,38 | 0,35 | 0,36 |


FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO
 DOCENTE ESPAM "MFL"
 Fecha: 28/07/2017


FIRMA DEL TÉCNICO
 LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
 Fecha: 28/07/2017

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorio ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar – Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
 Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | |
|---|--|--|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | No. |
| | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | REVISION: 0 |
| | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 |
| NOMBRE : | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL |
| SOLICITADO POR: | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL JULIAN SEMANA 3 – ZEOLITA CUBANA |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganese |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING FABIAN PEÑARRIETA M. |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8,45 | 8,35 | 8,45 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,65 | 0,55 | 0,65 |
| 4 | TEMPERATURA | --- | °C | 26,6 | 26,7 | 26,8 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 9 | 8 | 9 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 340 | 330 | 340 |
| 8 | DROS | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 3 | 3 | 3 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,19 | 0,2 | 0,18 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,2 | 0,2 | 0,22 |
| 11 | POSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,4 | 0,5 | 0,4 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 132 | 133 | 132 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 18,7 | 18,8 | 18,9 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 130,9 | 130,4 | 130,5 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,09 | 0,1 | 0,1 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,7 | 1,8 | 1,7 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,07 | 1,08 | 1,07 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,15 | 0,16 | 0,15 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,21 | 0,22 | 0,23 |



FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO
 DOCENTE ESPAM "MFL"
 REG. No. 1006-2016-17 28/07/2017

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI
"MANUEL FELIX LOPEZ"
 ESPAM "MFL"
 CALCETA ECUADOR

FIRMA DEL TÉCNICO
 LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
 Fecha: 28/07/2017

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telofax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
 Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | | |
|---|--|---|---------------------|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL Balsa en Medio - Semana 3 - Zeolita Cubana | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, Temperatura, Turbidez, Sólidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganeseo | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING. FABIAN PEÑARRIETA M. | |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8,3 | 8,2 | 8,2 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,34 | 0,32 | 0,32 |
| 4 | TEMPERATURA | --- | °C | 29 | 26 | 28 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 9 | 9 | 9 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 400 | 401 | 402 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 3 | 3 | 3 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,27 | 0,28 | 0,27 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,06 | 0,05 | 0,08 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,4 | 0,4 | 0,3 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 138,5 | 137,5 | 137,9 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 18,5 | 18,4 | 18,3 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 150 | 150,2 | 148 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,07 | 0,07 | 0,06 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,7 | 1,8 | 1,7 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,07 | 1,08 | 1,07 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,15 | 0,16 | 0,15 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,21 | 0,22 | 0,23 |



 FIRMA DEL JEFE DEL LABORATORIO
 QUÍMICO - AMBIENTAL
 ESPAM "MFL"
 REG. N°: 1006-2016-1722083

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
 "MANUEL FÉLIX LÓPEZ"
 ESPAM "MFL"
 CALCETA, ECUADOR

 FIRMA DEL TÉCNICO
 LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
 FECHA: 28/07/2017

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí - Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
 Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | | |
|---|--|---|---------------------|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL SEVERINO – SEMANA 4– ZEOLITA CUBANA | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganeseo | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING. FABIAN PEÑARRIETA M. | |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8,79 | 8,2 | 8,68 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | ms | 0,34 | 0,35 | 0,36 |
| 4 | TEMPERATURA | ---- | °C | 27,7 | 27,5 | 27,2 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAC | 10 | 8 | 7 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 138 | 140 | 136 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 3 | 3 | 3 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,22 | 0,23 | 0,23 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 11 | POSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 4 | 4,12 | 4,11 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 270 | 270 | 278 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 9,35 | 9,45 | 9,52 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 138,65 | 138,55 | 138,65 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,79 | 0,81 | 0,84 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,8 | 1,8 | 1,7 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,07 | 1,07 | 1,05 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,16 | 0,17 | 0,17 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,22 | 0,24 | 0,24 |
| 20 | ALUMINIO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,38 | 0,38 | 0,37 |



FIRMA DEL JEFE DEL LABORATORIO
 QUIMICO - AMBIENTAL
 ESPAM - MFL
 REG. N°: 1006-2016-1727083

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI
 "MANUEL FELIX LOPEZ"
 ESPAM - MFL
 CALCETA - ECUADOR

FIRMA DEL TECNICO
 LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
 28/07/2017

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
 Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | |
|---|--|---|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | No. |
| | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | REVISION: 0 |
| | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 |
| NOMBRE : | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL |
| SOLICITADO POR: | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL JULIAN - SEMANA 4 - ZEOLITA CUBANA |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, Temperatura, Turbidez, Sólidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganeseo |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING. FABIAN PENARRIETA M. |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8,5 | 8,65 | 8,55 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,75 | 0,65 | 0,55 |
| 4 | TEMPERATURA | --- | °C | 25,6 | 25,8 | 25,7 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 8 | 7 | 8 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 330 | 330 | 340 |
| 8 | DBO5 | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 3 | 3 | 3 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,23 | 0,24 | 0,25 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,25 | 0,26 | 0,27 |
| 11 | FOSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,8 | 0,6 | 0,8 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 132 | 132,5 | 132,4 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 19,4 | 19,8 | 19,7 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 131 | 131,8 | 131,8 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,1 | 0,11 | 0,09 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,8 | 1,8 | 1,7 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,07 | 1,07 | 1,05 |
| 18 | COBALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,16 | 0,17 | 0,17 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,26 | 0,25 | 0,24 |

[Firma]
FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO
 DOCENTE ESPAM


Fecha: 28/07/2017

[Firma]
LABORATORIO DE QUIMICA

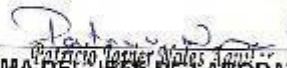
Fecha: 28/07/2017

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar – Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
 Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | | |
|---|--|---|---------------------|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL BALSA EN MEDIO - SEMANA 4 - ZEOLITA CUBANA | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, , Temperatura, Turbidez, Solidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganeseo | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | JULIO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | JULIO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING. FABIAN PEÑARRIETA M. | |


| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADO | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | VERTIENTE DE AGUA | TANQUE O ALJIBE | CONSUMO DOMESTICO |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 8.4 | 8.4 | 8.2 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | uS | 0,33 | 0,33 | 0,34 |
| 4 | TEMPERATURA | --- | °C | 27 | 26 | 28 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 8 | 8 | 8 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 380 | 390 | 390 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 3 | 3 | 3 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,25 | 0,26 | 0,24 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,1 | 0,09 | 0,08 |
| 11 | POSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 140,2 | 140,65 | 140,85 |
| 13 | CLORUROS | VOLUMÉTRICO | mg/l | 18,2 | 18,5 | 18,5 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 150 | 150,54 | 150,4 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,08 | 0,08 | 0,07 |
| 16 | COBRE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,8 | 1,8 | 1,7 |
| 17 | PLOMO (TOTAL) | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 1,07 | 1,07 | 1,05 |
| 18 | CORALTO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,16 | 0,17 | 0,17 |
| 19 | CROMO HEXAVALENTE | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,22 | 0,24 | 0,24 |


FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO
 QUIMICO - AMBIENTAL
 ESPAM "MFL"
 REG. N°: 1006-2016
 28/07/2017

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI
 "MANUEL FELIX LOPEZ"
 ESPAM "MFL"
 CALCETA - ECUADOR
FIRMA DEL TÉCNICO
 LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
 28/07/2017

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calcota: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnv.satnet.net
 Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

| | | | |
|---|--|---|----------------------------|
|  | ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL" | | No. |
| | | | CODIGO: F-G-SGC-007 |
| | INFORME DE RESULTADOS | | REVISION: 0 |
| | | | FECHA: 06/04/2005 |
| | | | CLAUSULA: 4.6 |
| | | PAGINA 1 DE 1 | |
| NOMBRE : | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| SOLICITADO POR: | | ING. LEONEL LUCAS VIDAL | |
| DIRECCIÓN: | | CALCETA | |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: | | AGUAS DE LA MICRO CUENCA DEL RIO CARRIZAL SEVERINO | |
| ENSAYOS REQUERIDOS: | | pH, Conductividad, Temperatura, Turbidez, Sólidos Totales, DBO ₅ , Hierro, Nitritos, Fosfatos, Alcalinidad Total, Cloruros, Dureza Total, Manganeseo | |
| FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS: | | FEBRERO 2017 | |
| FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS: | | FEBRERO 2017 | |
| LABORATORIO RESPONSABLE: | | QUIMICA AMBIENTAL | |
| TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS: | | ING FABIAN PEÑARRIETA M. | |

| ITEM | PARAMETROS | METODO | UNIDAD | RESULTADOS | | |
|------|-------------------|---------------------|--------|-------------------|------------------------|----------------------|
| | | | | MUESTRA ALBARRADA | MUESTRA TANQUE ELEVADO | MUESTRA AGUA HERVIDA |
| 1 | pH | POTENCIOMÉTRICO | - | 7,30 | 7,50 | 8,87 |
| 2 | CONDUCTIVIDAD | CONDUCTIMETRIA | mS | 0,25 | 0,26 | 0,28 |
| 4 | TEMPERATURA | --- | °C | 26,5 | 34,2 | 38,8 |
| 5 | TURBIDEZ | NEFELOMÉTRICO | FAU | 4 | 5 | 6 |
| 6 | COLOR | Pt/Co | | <25 | <25 | <25 |
| 7 | SÓLIDOS TOTALES | GRAVIMÉTRICO | mg/l | 120 | 124 | 128 |
| 8 | DBO ₅ | RESPIROMÉTRICO | mg/l | 2 | 2 | 2 |
| 9 | HIERRO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,13 | 0,14 | 0,17 |
| 10 | NITRITOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
| 11 | POSFATOS | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 3,2 | 3,3 | 3,4 |
| 12 | ALCALINIDAD TOTAL | VOL. MÉTRICO | mg/l | 250 | 252 | 257 |
| 13 | CLORUROS | VOL. MÉTRICO | mg/l | 8,54 | 8,59 | 8,60 |
| 14 | DUREZA TOTAL | VOLUMÉTRICO | mg/l | 186 | 188 | 189 |
| 15 | MANGANESO | ESPECTROFOTOMÉTRICO | mg/l | 0,79 | 0,81 | 0,82 |

[Firma]
FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO

BOGENTE ESPAM
 REG. N° 1096-2016
25/02/2017

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI
 "MANUEL FELIX L."
 ESPAM "MFL"
 CALCETA - ECUADOR

[Firma]
FIRMA DEL TECNICO
 LABORATORIO DE QUIMICA

Fecha: 25/02/2017

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Via El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
 Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

Anexo 5. Registro fotográfico



Foto 1. Toma de muestra en agua de albarrada



Foto 2. Toma de muestra en depósito de agua de un hogar



Foto 3. Toma de muestra y análisis in situ en depósito de agua de un hogar



Foto 4. Análisis de agua in situ tomada en un hogar



Foto 5. Filtrado de medios filtrantes



Foto 6. Prueba piloto



Foto 7. Muestreo al finalizar el filtrado